

# ENCYCLOPÉDIE CHIMIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

M. FREMY

Membre de l'Institut, professeur à l'École polytechnique, directeur du Muséum  
Membre du Conseil supérieur de l'instruction publique

PAR UNE RÉUNION

D'ANCIENS ÉLÈVES DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, DE PROFESSEURS ET D'INDUSTRIELS  
ET NOTAMMENT DE

MM. ARSON et AUDOUIN, ing. en chef des travaux chim. à la Compagnie parisienne du gaz  
H. BEQUEREL, répétiteur à l'École polytechnique; BERTHELOT, sénateur, membre de l'Institut  
BOULET, ing. dir. de la maison Christofle; M. BOUNGOIS, répétiteur à l'École polytechnique  
BRESSON, ancien directeur des mines et mines de la Société autrichienne des chemins de fer de l'État  
BOURGOIN, professeur à l'École de pharmacie; BOUTAN, ingénieur des mines  
CAMUS, directeur de la Compagnie du gaz; AN. CARNOT, directeur des études de l'École des mines;  
CHARPENTIER (Paul), ingénieur-chimiste expert, essayeur à la Monnaie  
CHASTAING, pharmacien en chef de la Pitié; CLÈVE, prof. à l'Université d'Upsal; CUMENGE, ingén. en chef des mines  
CURIE (J.), maître de conférences à la Faculté des sciences de Montpellier; DEBIZE, ingénieur en chef des manuf. de l'État  
DEBRAY, membre de l'Institut; DECAUX, directeur des teintures des manuf. de l'État  
DEBÉRAIN, membre de l'Institut, professeur au Muséum  
DITTE, professeur à la Faculté des sciences de Caen; DUBREUIL, président de la chambre de commerce à Limoges  
DUCLAUX, prof. à l'Institut agronomique; DUPRÉ, a.-dir. de labor. municipal; DUQUESNAY, ing. des manuf. de l'État  
EUVERTE, directeur des forges de Terre-Noire; DE FORCRAND, docteur de sciences; FUCHS, ing. en chef des Mines  
GARNIER, professeur à la Faculté de médecine de Nancy  
GAUDIN, ancien élève de l'École polytechnique, prof. de chimie; GIRARD, directeur du laboratoire municipal  
L. GODEFROY, professeur à l'École libre des hautes-études; L. GRUNER, inspecteur général des mines  
Ch.-dr. GUIGNET, ancien élève et répétiteur à l'École polytechnique, professeur de chimie  
GUNTZ, maître de conf. à la Fac. des sciences de Nancy; HENRIEAUX, direc. de la manufacture des glaces de Saint-Gobain  
JOANNIS, maître de conférences à la Faculté des sciences de Bordeaux; JOLY, maître de conférences à la Sorbonne  
JOLIE, pharmacien en chef de l'hospice Dubois; JUNGLEISCH, professeur à l'École de pharmacie  
KOLB, administrateur de la Société des manufactures des produits chimiques du Nord  
LEIDIE, pharm. en chef de l'hôpital Necker; LENOIRE, ing. en ch. des ponts et chaussées, exam. à l'École polytechnique  
LODIN, ing. des mines; MALLARD, prof. à l'École des mines; MARGOTTET, prof. à la Faculté des sciences de Dijon  
MARGUERITTE, prés. du conseil d'admin. de la compagnie paris. du gaz  
MATHEY, dir. des huillères de Blanz; MEUNIER (STANISLAS), aide-nat. au Muséum; MOISSAN, agrégé à l'Éc. de pharm.  
MOUTIER, examinateur de sortie à l'École polytechnique  
MUNTZ, professeur, directeur des laboratoires à l'Institut agronomique; NIVOIT, prof.-s. à l'École des ponts et chaussées  
ODONT, anc. élève de l'École polytechnique; OGIER, dir. du laboratoire de toxicologie à la préfecture de police  
PABST, chimiste principal au laboratoire municipal; PARMENTIER, prof. à la Faculté des sciences de Montpellier  
PÉCHINEY, directeur des usines de produits chim. du midi; PERSOZ fils, directeur de la condition des soies  
POMMIER, industriel; PORTES, pharm. en chef de l'hôpital de Lourdes; PRUNIER, prof. à l'École de pharmacie  
RIBAN, directeur du laboratoire de la Sorbonne; ROSWAG, ingénieur civil des Mines  
ROUSSEAU, a.-dir. du laboratoire de chimie de la Sorbonne; SABATIER, prof. à la Faculté des sciences de Toulouse  
SARRAU, professeur à l'École polytechnique; SCHLAGDENHAUFFEN, dir. de l'École de pharmacie de Nancy  
SCHLÖSSING, prof. au Conservatoire des arts et métiers; SOREL, anc. ingén. des manuf. de l'État  
TERRELL, aide-naturaliste au Muséum; TERQUEM, professeur à la Faculté de Lille  
URBAIN, répétiteur à l'École centrale des arts et manufactures; VERNEUIL, professeur de chimie  
VIEILLE, ing. des poudres et salpêtres; VILLIERS, agrégé à l'École de pharm.; VINCENT, prof. à l'École centrale  
VIOLETTE, prof. à la Faculté des sciences de Lyon; WELDON, membre de la Société royale de Londres, etc.

TOME X. — APPLICATIONS DE CHIMIE ORGANIQUE

## GÉLATINES ET COLLES

Par M. Paul CHARPENTIER

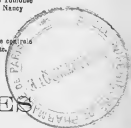
Ingénieur-Chimiste Expert, Essayeur des Monnaies de France.

PARIS.

VVE CH. DUNOD, ÉDITEUR,

LIBRAIRE DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES  
ET DES TÉLÉGRAPHES,  
49, Quai des Augustins, 49.

1890



# GÉLATINES ET COLLES

Par M. Paul CHARPENTIER

## CHAPITRE PREMIER

### CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES SUR LES MATIÈRES COLLAGÈNES

#### Généralités.

Les colles employées en général par l'industrie sont de deux provenances principales, celles qui dérivent du règne animal et celles qui ont pour base des produits du règne végétal. Les premières ont une plus grande importance; elles nous occuperont tout d'abord; nous aurons donc à étudier en premier lieu les matières avec lesquelles on les fabrique, c'est-à-dire les matières gélatineuses.

Les colles animales à base de gélatine peuvent se classer ainsi :

1° Les gélatines minces plus ou moins incolores; elles sont inodores et douées d'une grande souplesse. On tire ces produits, comme nous le verrons, des rognures de peaux fraîches de veau, de chevreau et de mouton. En général, leur beauté, leur qualité permettent de les faire servir à l'usage de la table, à la confection des confitures, des pâtes de confiseurs; on les utilise aussi pour fabriquer les capsules employées en pharmacie, pour apprêter les étoffes blanches et les chapeaux de paille, pour coller le papier, etc.

2° Les gélatines plus épaisses, dites colles gélatines, et qui sont classées en deux catégories, suivant leur blancheur et leur nerf. On les emploie généralement pour le collage des fils de laine et pour apprêter différents tissus et diverses pailles.

3° Les gélatines dont la qualité est moins belle, qui sont plus épaisses.

4° Les colles-fortes que l'on extrait des rognures de peaux fraîches ou sèches et qui sont surtout utilisées en ébénisterie.

5° Les colles d'os obtenues par la pression, et qui, grâce à leur régularité et

à leur belle apparence, ont pris une très grande place dans la consommation générale.

Nous verrons plus tard qu'au point de vue commercial, les colles animales présentent un bien plus grand nombre de variétés.

## MATIÈRES COLLAGÈNES

Parmi les matières albuminoïdes d'origine animale ou végétale, comprenant principalement les *albumines*, les *caséines*, les *fibrines*, les *peptones* et les *matières mucilagineuses*, qui n'intéressent pas notre sujet, se trouvent également les *matières collagènes*, dont nous avons, au contraire, à nous occuper dans cette étude.

Ces matières albuminoïdes sont en général d'une composition compliquée, très rarement cristallisables; elles sont tantôt solubles, tantôt insolubles.

Souvent l'action de la chaleur ou des acides les rend insolubles; elles se coagulent alors dans l'eau.

L'albumine proprement dite, la caséine, la fibrine, l'osséine, la chondrine, la glutine, la chitine sont dans ce cas.

M. Berthelot a montré que la chitine et la chondrine produisent la glucose dans certaines circonstances.

D'après ce savant, ces corps seraient donc des glucosides que produirait l'union des substances albuminoïdes proprement dites avec les glucoses ou avec les principes ligneux dérivant des glucoses condensées.

Quoi qu'il en soit, l'histoire chimique de ces divers corps est loin d'être complète, leur classification laisse encore à désirer; nous donnerons quelques détails sur les principaux d'entre eux qui intéressent notre sujet, et qui sont : l'osséine, la *gélatine*, la *chondrine* et l'*ichthyocolle*.

### Osséine.

L'osséine est une matière animale qui existe dans les os; il est très probable que cette substance est la même que celle qui se trouve également dans la peau, soit que cette peau recouvre les muscles des animaux vivants, soit qu'elle ait été récemment enlevée de leurs corps.

Ainsi que certains autres principes albuminoïdes auprès desquels on peut la ranger, l'osséine était, au point de vue purement chimique, imparfaitement connue jusque dans ces dernières années.

M. Fremy a fait autrefois d'importantes recherches sur ce corps si intéressant au point de vue de ses applications industrielles et indiqua le moyen de le préparer à l'état de pureté.

Dans ce but on plonge les os dans de l'acide chlorhydrique étendu de neuf fois son poids d'eau; on renouvelle la liqueur au bout de quelques jours, et l'on continue ce traitement en faisant usage d'un acide de plus en plus faible jusqu'à ce que les os deviennent mous, élastiques et transparents.

On les lave alors successivement avec de l'eau froide, puis avec de l'eau

chaude, et lorsque l'eau de lavage ne précipite plus par l'azotate d'argent, on les traite par l'alcool et l'éther bouillants.

Le produit ainsi obtenu est l'osséine, auquel on donne aussi le nom de *collagène*.

L'osséine est solide, jaunâtre, transparente et insoluble dans l'eau. Elle se putréfie rapidement au contact de l'air humide et forme, avec l'alumine, le peroxyde de fer, l'oxyde de mercure et le tannin, des composés inaltérables à l'air.

Lorsque l'on maintient en ébullition de l'eau dans laquelle on a ajouté des fragments d'osséine, cette substance se modifie lentement et se dissout en se convertissant en gélatine.

Cette transformation peut être rendue très prompte en acidulant légèrement la liqueur. Elle s'opère sans que l'osséine change de composition et sans que son poids varie.

Les analyses suivantes feront comprendre quelle peut être la composition chimique de l'osséine extraite de divers os.

		CARBONE	HYDROGÈNE	AZOTE
		—	—	—
Colle de poisson . . . . .	M. Scherer.	49,6	6,9	18,8
Tendons de pied de veau . . . . .		50,3	7,2	18,3
Scélrotique . . . . .		50,5	7,1	18,7
Os de bœuf . . . . .	M. Fremy.	49,2	7,8	17,9
Os de bœuf . . . . .		50,4	6,5	16,9
Os de veau . . . . .		49,9	7,3	17,2
Os de hibou . . . . .		49,1	6,8	"
Os de carpe . . . . .		49,8	7,1	"

La proportion d'oxygène est en moyenne égale à 27 p. 100.

La proportion d'oxygène est en moyenne égale à 27 p. 100.

Il y a trente ans bientôt, M. Berthelot avait montré que les composés albuminoïdes, dont l'osséine fait partie, étaient des anides complexes; les recherches récentes et les expériences de dédoublement de M. Schützenberger ont jeté un nouveau jour sur la constitution de ces principes.

Sans affirmer que les divers tissus animaux, ivoire, tissu dentaire, vessie natatoire des poissons, tissu des tendons, etc., qui ont la faculté de se convertir en gélatine soluble pouvant se prendre en gelée par le refroidissement aient la même composition absolue et les mêmes propriétés, on est fondé à croire qu'ils se rapprochent les uns des autres au même degré que les matières albuminoïdes entre elles, ainsi qu'on peut le déduire des analyses que nous venons de citer.

Ajoutons que la gélatine présente une composition moyenne presque identique aux autres osséines et qui est :

Carbone . . . . .	50,0
Hydrogène . . . . .	6,5
Azote . . . . .	17,5
Oxygène . . . . .	0,26

L'osséine, comme la gélatine, contient souvent du soufre, dont la proportion peut atteindre 3 millièmes.

M. Schützenberger a repris l'étude des matières collagènes (gélatine, osséine), dans le but d'étudier la constitution des composés amidés ou imidés moins hydrogénés que les homologues du glyocolle (1).

L'osséine dédoublée par l'hydrate de baryte à une température de 200 degrés dégage en ammoniacque le cinquième de l'azote total.

On obtient en même temps de l'acide carbonique et de l'acide oxalique, qui sont, avec l'ammoniacque mise en liberté, dans les rapports de décomposition de l'urée et de l'oxamide.

Le liquide, débarrassé de l'ammoniacque libre par l'ébullition et séparé par filtration du dépôt de carbonate et d'oxalate de baryte, enfin privé de l'excès de baryte par précipitation avec l'acide sulfurique, ne retient plus que des principes amidés ou imidés solubles et fixes.

Leur ensemble, séché à 120 degrés, soumis à l'analyse élémentaire, donne des nombres conduisant à une expression de la forme



avec une valeur de  $n$ , égale à 7,2.

Le résidu fixe se laisse scinder par l'emploi des dissolvants neutres, alcool à divers degrés, eau, mélanges d'alcool et d'éther :

1° En acides amidés de la forme



ceux-ci, rangés par ordre d'importance comme masse, sont le *glyocolle*,  $C^2 H^5, Az O^2$ , l'*alanine*,  $C^3 H^7 Az O^2$ , l'*acide amydobutyrique*,  $C^4 H^9 Az O^2$ , et la *leucine* ou *acide amidocaproïque*,  $C^6 H^{13} Az O^2$ ;

2° En composés acides homologue de la forme



avec une valeur de  $n$  comprise entre 8 et 10.

Les données quantitatives anciennes et nouvelles, fournies par les travaux de M. Schützenberger, l'ont conduit à envisager la gélatine, ou plutôt l'osséine, comme constituée par l'association avec perte d'eau :

1° D'une molécule d'urée ou d'oxamide;

2° De deux groupes de la forme



3° De quatre groupes

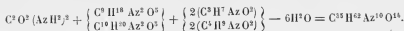


( $n$  étant égal à 2, 3, 4 et 6, avec une valeur moyenne égale à 3, 5).

Si l'on admet, ce qui paraît très probable à M. Schützenberger, que l'osséine

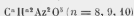
(1) Nous conservons pour cette partie seulement de notre rédaction la notation atomique adoptée par M. Schützenberger, afin de laisser à l'important travail de ce savant, toute son originalité.

est un mélange de plusieurs principes immédiats très voisins, dont l'un fournirait par son dédoublement les éléments de l'urée ( $\text{CO}^2 + 2\text{AzH}^3$ ), et l'autre les éléments de l'oxamide ( $\text{C}^2\text{H}^2\text{O}^4 + 2\text{AzH}^3$ ), la constitution de l'osséine peut se représenter par une équation du genre de la suivante, qui satisfait aux données numériques de l'expérience, mais dans laquelle on a pris pour chaque groupe homologue de constituants une valeur moyenne de  $n$ .



La formule de l'osséine, déduite du dédoublement ou de l'expérience, s'accorde d'une manière satisfaisante avec les résultats analytiques fournis par l'osséine.

Les acides de la forme



constituent une part importante du produit total du dédoublement.

Ils sont difficiles à isoler dans un état satisfaisant de pureté.

On n'y arrive qu'en y consacrant beaucoup de temps et en utilisant d'une manière méthodique leur grande solubilité dans l'eau et dans l'alcool absolu froid.

On les obtient d'abord sous forme de sirops épais qui se colorent toujours un peu pendant l'évaporation, même dans le vide, et qui, au bout d'un temps très long, finissent par se prendre en une masse cristalline formée d'aiguilles aplaties, groupées autour de centres.

Par la dessiccation à 100 degrés ou 120 degrés, ils se changent aisément en anhydrides de la forme  $\text{C}^n\text{H}^{2n-2}\text{Az}^2\text{O}^3$  et  $\text{C}^{2n}\text{H}^{4n-2}\text{Az}^4\text{O}^6$ .

L'acide acétique anhydre ne donne pas à l'ébullition de dérivé acétylé. La solution évaporée à 123 degrés laisse un résidu foncé en couleur, dont le poids est égal à celui du composé initial.

Avec l'iodure d'éthyle, en présence d'un alcali, on obtient des dérivés diéthylés, de saveur amère, de consistance sirupeuse, solubles dans l'eau et l'alcool.

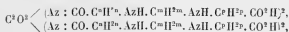
Chauffés vers 330 degrés, avec un excès de poudre de zinc, dans un courant d'hydrogène, ces acides donnent une proportion notable d'un liquide volatil, azoté et non oxygéné, peu soluble dans l'eau, à odeur spéciale rappelant celle de l'huile animal de Dippel.

D'après M. Schützenberger, la composition et les caractères chimiques de ces liquides doivent les faire envisager comme étant des bases hydropyroliques ( $\text{C}^5\text{H}^7\text{Az}$ ,  $\text{C}^5\text{H}^9\text{Az}$ ).

On n'obtient pas trace de ces produits en soumettant à la même épreuve les acides amidés  $\text{C}^n\text{H}^{2n+1}\text{AzO}^2$  (glycocolle, leucine, etc.).

Il devient alors probable que les acides  $\text{C}^n\text{H}^n\text{Az}^2\text{O}^3$  renferment leur azote sous forme de groupes d'imide  $\text{AzH}$ .

Finalement, M. Schützenberger propose, pour la constitution de la gélatine ou de l'osséine, la formule :



en posant  $n + p = m$ .

En résumé, les résultats numériques fournis à M. Schützenberger par la méthode d'analyse dont nous venons de parler sont pour l'osséine :

Azote ammoniacal . . . . .	3,55 p. 100 d'osséine.
Acide oxalique . . . . .	3,62 —
Acide carbonique . . . . .	3,01 —
Acide acétique . . . . .	1,04 —

L'analyse élémentaire a donné :

Carbone . . . . .	49,9
Hydrogène . . . . .	7,5
Azote . . . . .	17,2

Le résidu fixe contenait :

Carbone . . . . .	46,4
Hydrogène . . . . .	7,4
Azote . . . . .	14,1

### Gélatine.

La gélatine, qui porte dans les arts le nom de colle forte, est aussi dénommée *grenétine* ou *glutine* lorsqu'elle est pure.

C'est une matière solide, demi translucide qui absorbe des quantités considérables d'eau et devient alors transparente.

La gélatine est très peu soluble dans l'eau froide, mais se dissout très facilement dans l'eau bouillante, et cette solution se prend, par le refroidissement, en une gelée transparente dont la consistance varie suivant le degré de concentration de la liqueur. Ainsi, une partie de gélatine en solution dans 100 parties d'eau suffit pour former une gelée, tant est grand son pouvoir de solidification.

On a observé que la gélatine perd cette précieuse propriété si on la fait bouillir longtemps sous la pression ordinaire ou à une température dépassant 100 degrés.

Cette substance à l'état solide résiste très longtemps à la putréfaction, mais elle s'altère rapidement lorsqu'elle est en solution. On peut facilement prévenir cet inconvénient en y versant quelques gouttes d'acide phénique.

La gélatine pure est incolore. Son pouvoir rotatoire est

$$\alpha_D = -138 \text{ degrés.}$$

Les alcalis et l'acide acétique lui font perdre une partie de ce pouvoir rotatoire.

Lorsqu'on imprègne la gélatine d'un chromate soluble, on obtient un produit insoluble dans l'eau et très utilisé en photographie.

La gélatine n'est pas sensiblement soluble dans l'alcool; ce liquide la précipite de sa solution aqueuse.

Les dissolutions de gélatine sont précipitées par le chlore et donnent naissance à un précipité blanc, élastique, imputrescible.

La gélatine bouillie avec une solution concentrée de potasse ou de soude se convertit en divers produits, parmi lesquels on peut signaler la leucine et le glyocolle.

La chaux se dissout plus facilement dans une eau chargée de gélatine que dans l'eau pure.

Quand on verse une dissolution de gélatine mélangée d'alcali dans une dissolution d'alun ou de sulfate de peroxyde de fer, il se produit des précipités renfermant de la gélatine.

La dissolution de taunin précipite complètement la gélatine. C'est sur l'affinité du tannin pour les substances gélatineuses qu'est fondé le tannage des cuirs.

Le ferrocyanure de potassium, les acétates neutre et basique de plomb, l'azotate d'argent, le sulfate de cuivre ne forment pas de précipités avec la gélatine.

Le sublimé corrosif donne avec la gélatine un trouble qui disparaît par agitation, mais devient persistant quand on emploie le réactif en excès.

La gélatine est également précipitée par le perchlorure de platine.

La gélatine se combine avec différents sels et peut dissoudre une quantité notable de phosphate de chaux; c'est ce qui occasionne souvent l'impureté des colles fortes du commerce.

Le chlore et le brome sont énergiquement absorbés par ce corps et donnent lieu à des produits de substitution cristallisables.

L'action de l'acide chromique sur la gélatine fournit de l'acide cyanhydrique, de l'acide benzoïque, de l'acide valérianique, de l'acide acétique, du valéronitrile et du valéracétonitrile.

Si l'on soumet à la distillation un mélange de gélatine, d'acide sulfurique et de chromate acide de potasse, on obtient un produit acide que Frohde a nommé **acide collique**.

Le produit distillé est neutralisé par du carbonate de soude, puis évaporé à sec. On ajoute ensuite de l'acide sulfurique étendu qui met en liberté les acides produits, parmi lesquels se trouve l'acide benzoïque.

Celui-ci se dissout lorsque l'on lave le mélange à l'eau bouillante, tandis que l'acide collique reste.

Cet acide fond à 97 degrés. A plus haute température il se sublime. Il se dissout facilement dans l'éther et difficilement dans l'eau chaude. Il possède une saveur acide et piquante.

L'aldhéhyde de l'acide collique se rencontre aussi parmi les produits d'oxydation de la gélatine et des matières albuminoïdes. C'est une huile épaisse incolore après rectification, mais rougissant promptement à l'air.

Son odeur rappelle celle de l'essence de cannelle. Avec l'ammoniaque, elle donne une substance blanche cristalline.

La gélatine soumise à la distillation sèche donne naissance aux produits sui-



vants : eau, ammoniacque, acide carbonique, acide sulfurique, cyanhydrate d'ammoniaque méthylamine, butylamine, pyrrol, homopyrrol, diméthylpyrrol, pyrocolle.

D'après M. Schützenberger, la gélatine, qui est ordinairement considérée comme une modification isométrique de l'osséine, renferme des doses d'azote ammoniacal d'acide oxalique et d'acide carbonique, moindres que cette dernière.

C'est ainsi que 100 de gélatine donnent :

Azote ammoniacal . . . . .	2,08
Acide oxalique . . . . .	3,30
Acide carbonique . . . . .	2,72
Acide acétique . . . . .	1,05

L'analyse élémentaire de la gélatine a fourni à M. Shützenberger les nombres suivants :

Carbone . . . . .	50,00
Hydrogène . . . . .	6,50
Azote . . . . .	17,05

et pour le résidu fixe :

Carbone . . . . .	45,16
Hydrogène . . . . .	7,36
Azote . . . . .	14,30

Enfin nous dirons quelques mots d'un dérivé intéressant de la gélatine; nous voulons parler du sucre de gélatine, découvert en 1820 par Braconnot.

Cette substance porte aussi les noms de : *acide amidoacétique*, *glycocolle*, *glycine* et *glycollamine*.

D'après M. Berthelot, sa formule serait

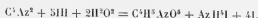


Ce corps peut se former de diverses façons.

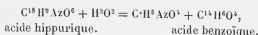
La réduction de l'acide nitracétique, par exemple, en fournit, comme l'indique la réaction suivante, due à de *Forcrand* :



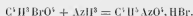
On peut aussi l'obtenir par la réaction d'un courant de cyanogène pénétrant dans l'acide iodhydrique bouillant :



Dessaignes a montré que le sucre de gélatine prenait aussi naissance quand on hydratait l'acide hippurique, on obtient alors de la glycollamine et de l'acide benzoïque :



L'ammoniaque, réagissant sur l'acide acétique bromé, forme un bromhydrate de glycollamine :



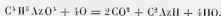
Enfin, la glycollamine se rencontre dans plusieurs parties de l'organisme animal, et notamment est fournie par la réaction de l'acide sulfurique et de la potasse sur la gélatine, comme l'a montré Braconnot.

Pour cela on traite la colle forte par l'acide sulfurique. Le sirop épais qui est obtenu ensuite par la saturation de l'acide en excès au moyen du carbonate de chaux laisse déposer, après filtration, des cristaux de glycolle et de leucine. Pour empêcher la formation de cette dernière, on traite la gélatine par une lessive de potasse. De l'ammoniaque se dégage; on ajoute ensuite l'acide sulfurique. Le sulfate de potasse est séparé par cristallisation, puis on concentre la liqueur et on reprend par l'alcool, qui finalement fournit la glycollamine cristallisée.

Cette matière se présente alors sous la forme de gros cristaux prismatiques obliques à base rhombe.

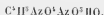
Soumise à l'action de la chaleur, la glycollamine fournit de la méthylamine.

De l'acide carbonique, de l'acide cyanhydrique et de l'eau sont le résultat de l'action à chaud sur elle, d'un mélange d'acide sulfurique et de bioxyde de manganèse. La réaction due à la présence de l'oxygène naissant est la suivante :



Les acides azotique et chlorhydrique se combinent à la glycollamine pour former des sels :

L'azotate dont la formule est



Le chlorhydrate dont la formule est



D'autre part, les métaux sont attaqués par elle et donnent naissance à des sels qui sont :

Avec le plomb



Avec le zinc



On voit qu'un équivalent d'hydrogène est remplacé suivant une loi connue par un équivalent du métal en action.

Enfin, ce corps qui tantôt, comme nous venons de le voir, joue le rôle de

base, tantôt le rôle d'acide, peut engendrer des éthers en s'unissant aux alcools.

Comme l'a montré M. Schützenberger, certaines matières albuminoïdes, en se dédoublant, forment des corps homologues de la glycollamine et dont les principaux sont :

L'alanine



L'oxybutyramine



L'oxyvaléramine



La leucine



Pour montrer le rapprochement de ces corps avec la glycollamine, il suffit d'écrire  $C^4 H^5 Az O^4 = C^4 H^2 (Az H^3) O^4$ .

Le dernier de ces corps, la leucine, se forme par l'action des alcalis et des acides hydratés sur la corne, la gélatine, etc.

M. Schützenberger l'a obtenu en chauffant en vase clos de l'albumine mélangée à de la baryte hydratée et prolongeant l'action à 150 degrés pendant plusieurs heures.

### Chondrine.

La chondrine ou gélatine des cartilages a longtemps été confondue avec la gélatine proprement dite. Non seulement elle a des caractères différents, mais encore elle l'altère lorsqu'elle lui est mélangée.

En faisant bouillir des cartilages avec des acides minéraux, on est arrivé à produire une matière sucrée réduisant les solutions alcalines de cuivre et d'argent. Cette matière sucrée fermentescible peut donner naissance à de l'alcool.

La chondrine ainsi que la chitine, dit M. Berthelot, développent de la glucose sous l'action de divers réactifs, ce qui les différencie des autres matières albuminoïdes. Ces corps seraient donc des glucosides produits par l'union des substances albuminoïdes proprement dites, soit avec des glucoses, soit avec les principes ligneux qui dérivent des glucoses condensées.

La chondrine s'obtient en faisant bouillir pendant quarante-huit heures environ, avec de l'eau, les cartilages costaux de l'homme ou du veau. On évapore la liqueur jusqu'à consistance gélatineuse, puis on traite par l'éther bouillant qui enlève les corps gras.

La chondrine desséchée est une masse diaphane dure, cornée, qui se ramollit dans l'eau et s'y prend en gelée. L'alcool et l'éther ne la dissolvent pas, mais l'eau bouillante, au contraire, la dissout facilement. Une ébullition prolongée fournit une substance dont les propriétés sont les mêmes que celles de la chondrine, mais qui se dissout facilement dans l'eau froide.

Presque tous les acides précipitent la chondrine de sa dissolution aqueuse, ce qui n'a pas lieu pour la gélatine. Le précipité est généralement soluble dans un excès de réactif.

Les dissolutions de sulfate d'alumine, d'alun, d'acétate de plomb, de sulfate de fer, forment dans les dissolutions de chondrine, des précipités volumineux.

Ces caractères établissent une distinction entre la chondrine et la gélatine.

Cette dernière substance n'est pas précipitée par les sels que nous venons de citer.

Le sublimé corrosif, au contraire, qui précipite la gélatine ne précipite pas la chondrine, il ne fait naître qu'un léger trouble.

L'infusion de noix de galle précipite la chondrine.

La chondrine est soluble dans les alcalis.

L'ébullition prolongée de cette substance avec les acides ou les alcalis fournit de la leucine et pas de glycollamine.

Les propriétés que nous venons d'énumérer, peuvent rendre avantageux l'emploi de la chondrine dans l'impression des calicots, soit pour fixer les couleurs, soit comme substitut de l'albumine.

C'est ainsi que l'on peut mélanger une solution de chondrine et d'acide acétique avec les diverses couleurs extraites du goudron.

L'étoffe imprimée est séchée et soumise à l'action de la vapeur. L'acide acétique s'évapore et laisse la couleur fixée par la chondrine sur le tissu.

La chondrine séchée à 120 degrés a donné à l'analyse :

Carbone . . . . .	50,0
Hydrogène . . . . .	6,6
Azote . . . . .	11,4
Soufre . . . . .	0,4

On voit qu'elle renferme plus d'oxygène que la gélatine.

En la traitant à l'hydrate de baryte, M. Schützenberger a trouvé pour 100 de matière :

Azote ammoniacal . . . . .	2,88
Acide oxalique . . . . .	4,20
Acide carbonique . . . . .	2,43
Acide acétique . . . . .	4,69

Le résidu fixe a donné à l'analyse :

Carbone . . . . .	46,90
Hydrogène . . . . .	7,00
Azote . . . . .	11,70
Oxygène . . . . .	34,36

Dans les produits du dédoublement, on trouve de l'aniline, de l'acide amidobutyrique et des leucéines.

### Ichthyocolle.

On donne le nom d'ichthyocolle ou colle de poisson à une substance gélatineuse que l'on extrait de la vésicule natatoire de certains poissons et principalement de l'esturgeon *accipenser huso*, dont on en enlève la peau extérieure.

Nous nous occuperons plus loin de ses propriétés commerciales ainsi que de sa fabrication.

L'ichthyocolle est soluble dans l'eau; elle se combine avec le tannin, l'acide gallique et plusieurs oxydes métalliques en formant des précipités insolubles.

Les acides coagulent la colle de poisson, qui entraîne alors avec elle toutes les substances tenues en suspension dans le liquide, aussi l'emploie-t-on pour la clarification de certaines boissons, bière, vins blancs.

Pour conserver à l'ichthyocolle sa blancheur, on l'expose souvent à l'action de l'acide sulfureux gazeux.

L'ichthyocolle traitée par l'acide sulfurique étendu donne du sulfate d'ammoniaque et une matière sucrée qui se dédouble sous l'influence des ferments en acide carbonique et en alcool.

D'après M. Schützenberger, 100 parties d'ichthyocolle chauffées à 200 degrés avec 300 parties d'hydrate de baryte, ont donné :

Azote ammoniacal . . . . .	3,48 (1/5 du poids total de l'azote).
Acide oxalique. . . . .	3,60
Acide carbonique . . . . .	2,90
Acide acétique. . . . .	1,03
Poids du résidu fixe. . . . .	103,00

La composition élémentaire de l'ichthyocolle est, d'après ce savant, la suivante :

Carbone . . . . .	50,1
Hydrogène. . . . .	6,6
Azote. . . . .	18,3

et celle du résidu fixe :

Carbone . . . . .	45,6
Hydrogène. . . . .	7,4
Azote. . . . .	14,2

L'analyse immédiate du résidu fixe obtenu à 200 degrés a permis d'isoler les corps suivants que nous avons déjà signalés :

Le glycocolle.

L'alanine.

L'acide amidobutyrique.

La leucine caproïque.

Puis, des acides hydroprotéiques et les anhydrides de ces acides ou leucéines.

L'ichthyocolle, d'après cela, peut être envisagée comme essentiellement formée de groupements glucoprotéiques associés à l'urée et à l'oxamide.

## CHAPITRE II

---

### FABRICATION DE LA GÉLATINE ET DES COLLES ANIMALES

---

#### Historique.

La gélatine ou plutôt les colles animales sont connues depuis bien longtemps. Pline en parle, et ce qu'il en dit, montre que les Romains connaissaient leurs propriétés et savaient les fabriquer.

La colle de peau et la colle de poisson sont de fabrication très ancienne, il n'en est pas de même de la gélatine que l'on extrait des os. Cette dernière fabrication n'est connue industriellement que depuis un siècle environ.

Toutefois, Papin, dès 1680, démontra que l'on peut extraire la gélatine des os, en les soumettant dans l'eau liquide à une température dépassant 100 degrés.

En 1738, Hérissant éliminait la substance calcaire des os au moyen des acides.

Changeux, vers 1773, fit cette remarque importante, que l'on peut extraire des os préalablement réduits en poudre par l'eau bouillante sous la simple pression atmosphérique, une gélatine savoureuse, sans avoir recours au digesteur de Papin.

Proust jeta le plus grand jour sur la question en 1791; véritable inventeur du bouillon d'os, il montra, cependant, que ce liquide présente une grande infériorité, si on le compare au bouillon de viande.

Cadet de Vaux, en s'appropriant, dit Payen, plusieurs des idées trop favorables au bouillon d'os, fit cependant une expérience qui n'est pas concluante sur la propriété nutritive de la gélatine. Il jeta devant un chien, d'un côté, de la soupe, et tout auprès, un plat rempli d'os. Ceux-ci furent seuls rongés ou dévorés, tandis que l'animal ne toucha pas à la soupe. Cadet de Vaux déclara que le chien avait résolu la question. Mais il faut observer que les os ne contiennent pas la gélatine toute formée comme il le croyait, mais bien le tissu azoté qui la donne sous l'influence de l'eau bouillante. De sorte que, en définitive, c'est ce tissu que le chien mangea et non de la gélatine.

Ce fut, en effet, ce tissu organisé que Darceet employa d'abord comme gélatine alimentaire.

Malheureusement, il donna plus tard la préférence à la solution gélatineuse, plus facile à obtenir des os par l'eau et par la vapeur sous une pression plus forte que l'atmosphère et à une température plus élevée que 100 degrés.

Les expériences successives de Chevreul, de Dumas, de M. Fremy, ont montré que le tissu organique dit osséine, est d'autant moins nutritif qu'il a été plus complètement transformé ou désorganisé par une plus longue ébullition et qu'on ne doit le soumettre à l'ébullition que le temps nécessaire pour l'attendrir et le rendre mangeable.

Nous reviendrons un peu plus loin sur l'emploi de la gélatine comme aliment et nous terminerons ce rapide historique en rappelant qu'à plusieurs reprises, la *Société d'encouragement pour l'industrie nationale* chercha à développer et à perfectionner cette industrie en France, en mettant au nombre des questions posées pour l'obtention de l'un de ses prix, cette même fabrication.

On peut dire que c'est à elle que doit être attribué, en grande partie, le succès qu'eut autrefois dans cette branche de l'industrie M. Grenet, de Rouen, dont le nom, d'ailleurs, est resté attaché à la fabrication de cette gélatine spéciale, remarquable par sa pureté, à laquelle on donne encore le nom de *grenétine*.

## MATIÈRES PREMIÈRES

En général, les matières animales peuvent donner naissance à une série de corps très intéressants au point de vue chimique et nommés albuminoïdes. Les matières collantes ou *collagènes*, forment comme nous l'avons dit, une importante branche de ce groupe; extraites des tissus animaux, elles prennent industriellement le nom de colles fortes et de colle de poisson.

La principale de ces matières, la gélatine, porte ce nom lorsqu'elle est molle et devient la colle forte lorsqu'elle est desséchée. On réserve aussi souvent le nom de gélatine à la colle extraite des os et colle de peau à celle provenant des colles matières.

Les matières premières d'où l'industrie extrait actuellement cette substance peuvent se diviser en deux grands groupes :

*Les colles matières.*

*Les os.*

## COLLES MATIÈRES

A ce groupe appartiennent tous les cartilages, tendons, peaux, etc..., susceptibles de fournir de la gélatine, en en exceptant les os proprement dits qui forment le second groupe.

Lorsque ces matières sont vendues à l'état frais, elles portent le nom de

*colles matières fraîches*, c'est leur emploi à l'état frais qui est la cause de la réputation acquise par la colle ou gélatine de Rouen, nommée *grenétine*.

Les principales colles matières employées sont les suivantes :

### **Brochettes.**

On nomme ainsi les pellicules enlevées par les mégissiers sur les peaux.

Bien dépouillées de graisse et de chair, ces matières peuvent fournir 15 p. 100 de bonne colle.

Dans cette catégorie viennent se ranger les vieux gants et certaines peaux légères et minces.

### **Buenos-Ayres.**

Ce sont des rognures de cuirs étrangers que l'Amérique du Sud envoie bruts en France pour subir l'opération du tannage. Leur rendement peut atteindre et dépasser 60 p. 100.

### **Nerfs. — Patins.**

On donne dans le commerce le nom de *patins* aux gros tendons que l'on enlève avec des petis os derrière les quatre jambes d'un bœuf. Les restes des abats leur sont généralement joints. En y ajoutant les *nerfs* ou tendons tirés des jambes et des parties charnues des chevaux, on obtient une colle inférieure nommée *colle de chapelier* presque entièrement employée par les chapeliers.

Les *patins* peuvent rendre 35 p. 100, les *nerfs* de 15 à 18 p. 100.

### **Pieds de bœuf.**

Les tendons sont séparés et sont employés à fabriquer la colle. Quant au restant du pied, il sert à produire l'huile de *pied de bœuf* très estimée en mécanique.

### **Rognures de parchemins ou de peaux d'ânes.**

Ces matières sont excellentes, elles peuvent rendre jusqu'à 62 p. 100 de leur poids.

### **Surons d'indigo.**

On nomme ainsi les débris de peaux épaisses provenant de l'emballage des indigos. Leur rendement atteint 53 p. 100.

### **Tanneries ou rognures.**

Les divers débris ou déchets séparés des peaux par les tanneurs sont souvent utilisés; ils peuvent rendre en moyenne 40 p. 100 de leur poids. Quand ce sont des têtes de veau, le rendement peut monter à 50 p. 100.



## Vermicelles.

On nomme ainsi les peaux de lapin, de lièvre, de chat, de rat, etc., débitées sous forme de lanières après que le poil en a été détaché.

La colle produite par les peaux de lapin est en général ferme, abondante et blanche.

La colle de lièvre est plus molle, d'une couleur foncée, mais peut très bien se raffermir au bout de quelque temps.

## OS

Les os sont les parties solides qui servent à soutenir les parties molles du corps; ils augmentent en longueur et en grosseur avec l'âge de l'animal.

Les travaux successifs de plusieurs chimistes, parmi lesquels nous citerons: Vauquelin, Fourcroy, Berzélius, Méral Guillot, John, Chevreul, Marchand, Valentin, etc., ont établi depuis longtemps la composition des os.

Les recherches chimiques de M. Fremy ont jeté un nouveau jour sur cette question.

Les os se composent essentiellement d'une partie solide formée par des sels de chaux et d'un tissu cartilagineux et flexible (*osséine*) dans lequel se trouvent des vaisseaux et des nerfs.

Une membrane mince et transparente nommée *périoste*, les recouvre extérieurement.

Les os les plus longs sont creux et renferment une matière communément désignée sous le nom de *moelle*.

Cette moelle renferme d'après Berzélius :

Graisse. . . . .	96
Membranes et vaisseaux. . . . .	4
Corps identiques à ceux que l'eau froide extrait de la chair. . . . .	3
	<hr/> 100

L'action que la moelle exerce sur les réactifs colorés est la même que celle exercée par les nerfs.

La composition moyenne des os débarrassés du périoste, de la moelle et de la graisse est la suivante d'après M. Marchand :

Cartilage insoluble dans l'acide chlorhydrique. . . . .	27,23
Cartilage soluble . . . . .	5,02
Vaisseaux. . . . .	1,01
Phosphate basique de chaux . . . . .	52,26
Fluorure de calcium. . . . .	1,00
Carbonate de chaux . . . . .	10,21
Phosphate de magnésie . . . . .	1,03
Soude. . . . .	0,92
Chlorure de sodium . . . . .	0,25
Oxydes de fer, de manganèse, etc.. . . . .	1,05
	<hr/> 100,00

D'après Berzélius, les compositions comparées d'os d'homme et de bœuf débarrassés du périoste sont les suivantes :

	HOMME	BŒUF
Cartilage complètement soluble dans l'eau . . . .	32,17	} 33,30
Vaisseaux . . . . .	1,13	
Phosphate de chaux basique et fluorure de calcium.	53,04	58,35
Carbonate de chaux . . . . .	11,30	3,85
Phosphate de magnésie . . . . .	1,16	2,05
Soude et traces de chlorure de sodium . . . . .	1,20	2,45
	100,00	100,00

Si l'on traite un os par l'acide chlorhydrique étendu, on dissout les sels calcaires, tandis que l'osséine reste à l'état insoluble.

Nous verrons plus loin que l'osséine a la propriété de se changer en gélatine par l'ébullition dans l'eau.

Cette transformation s'opère dans des temps différents pour les osséines qui proviennent d'animaux différents.

En outre, celle qui provient d'un jeune animal se convertit plus rapidement en gélatine que celle que l'on retire d'un os d'un animal adulte.

Quand on soumet comparativement un os et de l'osséine à l'influence de l'eau bouillante, qui détermine dans les deux cas la production de la gélatine, l'os s'altère beaucoup plus lentement que l'osséine. On pourrait donc croire que dans l'os l'osséine se trouve combinée avec un sel qui la préserve de l'action de l'eau bouillante.

Toutefois, l'expérience suivante semble démontrer, au contraire, que dans la substance osseuse, la matière organique ne se trouve pas en combinaison avec les sels calcaires.

Si l'on traite, en effet, par l'eau bouillante, dans deux ballons différents, 1 gramme d'os de vache et une quantité d'osséine retirée du même os, précisément égale à celle qui existe dans l'os soumis à l'expérience, l'osséine de l'os s'altère aussi rapidement que l'osséine pure dans les premières heures d'ébullition, mais ensuite, la quantité de gélatine produite par l'os va en diminuant, et au bout d'un certain temps, elle devient absolument nulle.

Les couches extérieures d'un os ainsi traité par l'eau bouillante ne contiennent plus de substances organiques; elles sont formées de phosphate et de carbonate de chaux presque purs.

Ces couches calcaires produisent donc en quelque sorte un vernis imperméable et préservent les couches intérieures de l'action de l'eau bouillante. C'est pour cette raison que la production de la gélatine s'arrête à un certain temps d'ébullition.

On peut démontrer facilement que l'osséine se trouve protégée par les couches de sels calcaires. Il suffit pour cela de gratter l'os qui a été maintenu longtemps dans l'eau bouillante, afin d'enlever le phosphate et le carbonate de chaux qui se trouvent à sa surface, et de soumettre ainsi l'os gratté à l'action de l'eau bouillante; il donnera dans le même temps des quantités de gélatine égales à celle qu'il produisait d'abord.

L'expérience montre que l'osséine contenue dans les os se comporte dans l'eau bouillante comme l'osséine pure et tend à prouver, par conséquent, que dans un os l'osséine se trouve à l'état de liberté.

L'action des acides et celle des bases sur les os paraissent conduire aux mêmes conséquences.

En effet, si l'on traite un os par un acide étendu, il reste de l'osséine représentant exactement l'organisation de l'os. Au contraire, si l'on fait agir une dissolution étendue de potasse sur un os, on dissout l'osséine et l'on obtient des couches calcaires offrant également la disposition de l'os.

Si l'osséine se trouvait combinée avec les sels calcaires, en détruisant cette combinaison par les acides ou par les alcalis, on obtiendrait un résidu entièrement désorganisé et qui ne présenterait plus la structure de l'os.

Tous les os ne renferment pas de l'osséine. On trouve en effet, dans les os de certains palmipèdes et dans les arêtes des poissons, un corps azoté qui diffère de l'osséine et qui résiste à l'action de l'eau bouillante ainsi qu'à celle des acides.

L'examen des diverses parties d'un même os a permis de constater que certaines parties de l'os sont spongieuses, tandis que d'autres sont compactes.

Lorsque l'on soumet séparément à l'incinération la partie spongieuse et la partie dense d'un os, on reconnaît que cette dernière portion laisse beaucoup plus de cendres que la première.

Nous donnons ci-dessous, d'après M. Fremy, diverses analyses relatives à la composition des os :

NOMS DES OS	NOMS des couches	CENDRES	PHOSPHATE		CARBONATE
			de chaux.	de magnésie.	de chaux.
Humérus de femme de 22 ans.	Couche externe. . . . .	63,4	57,9	1,5	6,8
	Couche médiane . . . . .	65,7	59,6	1,5	6,8
	Couche intérieure. . . . .	64,6	58,7	1,5	6,8
Fémur d'une femme de 22 ans.	Couche extérieure ( près	61,0	59,4	1,3	7,7
	Couche intérieure ( du col.	63,0	58,5	1,3	7,9
Fémur d'une femme de 80 ans.	Couche extérieure . . . . .	65,1	60,9	1,2	7,5
	Couche médiane . . . . .	64,3	57,9	1,2	9,7
	Couche intérieure . . . . .	64,5	55,9	1,3	9,7
Fémur de bœuf.	Couche extérieure . . . . .	69,2	64,3	1,7	7,9
	Couche intérieure. . . . .	70,2	65,0	1,7	8,1
Fémur de vache adulte.	Couche extérieure . . . . .	66,6	"	"	"
	Couche médiane . . . . .	66,8	"	"	"
	Couche intérieure . . . . .	64,4	"	"	"

*Analyse comparative des cendres de la partie dense et de la partie spongieuse du même os.*

NOMS DES OS	NOMS DES PARTIES des os.	CENDRES	PHOSPHATE		CARBONATE
			de chaux.	de magnésie.	de chaux.
Fémur d'un garçon de 18 mois.	Partie dense. . . . .	61,0	58,0	0,5	"
	Partie spongieuse . . . . .	57,0	"	"	"
Fémur d'un homme de 30 ans.	Partie dense. . . . .	65,0	57,7	1,3	9,3
	Partie spongieuse . . . . .	56,0	52,0	1,3	"
Fémur d'une femme de 88 ans.	Partie dense. . . . .	60,7	54,8	1,3	9,3
	Partie spongieuse . . . . .	55,2	50,3	1,2	7,0
Fémur d'un veau mort-né.	Partie dense. . . . .	60,4	"	"	"
	Partie spongieuse . . . . .	57,5	"	"	"

On voit donc qu'il existe généralement plus de matière organique dans la partie spongieuse d'un os que dans la partie dense.

Les analyses suivantes montrent que l'âge ne fait pas varier d'une manière notable la composition des os.

*Analyse comparative des os provenant d'individus de même espèce mais d'âges différents.*

NOMS DES OS	CENDRES	PHOSPHATE		CARBONATE de chaux.
		de chaux.	de magnésie.	
Fœtus de 6 mois (fémur) . . . . .	63,0	58,9	"	5,8
Fille née viable (fémur). . . . .	63,0	58,9	0,5	2,5
Garçon de 18 mois (fémur) . . . . .	61,6	58,0	0,5	2,5
Femme de 22 ans (fémur) . . . . .	61,0	59,4	1,3	7,7
Homme de 30 ans (fémur) . . . . .	63,2	57,7	1,2	9,3
Homme de 40 ans (fémur). . . . .	64,2	56,3	1,3	10,2
Femme de 80 ans (fémur). . . . .	64,6	57,1	1,2	7,5
Femme de 88 ans (fémur). . . . .	60,7	53,8	1,3	9,3
Femme de 97 ans (fémur). . . . .	60,8	51,9	1,3	9,3
Veau de 5 mois (fémur) . . . . .	65,1	60,4	1,2	8,4
Jeune taureau (fémur). . . . .	69,3	60,5	1,9	8,4
Bœuf (humérus) . . . . .	70,4	64,1	2,1	7,7
Vache (fémur). . . . .	66,4	"	"	9,3
Vieille vache (fémur) . . . . .	68,3	59,6	3,3	7,9
Agneau (fémur). . . . .	67,7	61,3	1,5	8,4
Mouton (fémur) . . . . .	70,0	63,8	1,3	7,7

Avec l'âge, l'épaisseur de la partie dense et dure des os va toujours en diminuant, et se trouve remplacée par la matière spongieuse.

Les os d'enfant sont, en outre, plus aqeux que les os de vieillard et présentent plus d'élasticité. En résumé, les différences de friabilité des os appartenant à des individus d'âges différents ne dépendent pas de la composition chimique qui, dans les deux cas, est presque identique, mais de la constitution physique et de l'épaisseur de la substance osseuse.

Les os de nouvelle formation et les premiers points osseux développés dans la masse cartilagineuse qui se présente à la suite des fractures d'os laissent par l'incinération la même proportion de cendres que les os fracturés.

Ces cendres ont la même composition que celle des os ordinaires.

La substance qui entoure les points osseux ne contient pas sensiblement de sels calcaires, et elle laisse par l'incinération 2 à 3 centièmes de cendres, qui ne présentent aucune analogie avec les cendres d'os, car elles sont formées presque exclusivement de carbonate de soude. De plus, cette matière diffère complètement de l'osséine, car, en la faisant bouillir dans l'eau, elle donne de la chondrine; tandis que l'osséine, dans les mêmes circonstances, produit de la gélatine.

Les os appartenant aux animaux qui diffèrent le plus par leur organisation, présentent à peu de chose près la même composition chimique. L'os de l'homme se confond presque entièrement, par sa composition chimique, avec les os de veau, de lion, de chevreau, de lapin, d'éléphant, de tortue, de morue, etc...

La substance osseuse, qui doit présenter chez les animaux les plus divers les mêmes propriétés physiques, la même solidité, possède une composition chimique paraissant presque invariable.

Cependant les os des oiseaux renferment en général plus de sels calcaires que ceux des mammifères.

Quant aux os de poissons, ils présentent dans leur composition des différences qui s'accordent avec les principes zoologiques ayant servi à classer ces animaux :

Pour que l'on puisse facilement établir des comparaisons entre les compositions des os d'animaux appartenant aux divers groupes du règne animal, nous donnons, d'après M. Fremy, les analyses des os d'un certain nombre d'animaux.

NOMS DES OS	CENDRES	PHOSPHATE		CARBONATE de chaux.
		de chaux.	de magnésie.	
Fœtus masculin de 4 mois (fémur) . . .	61,7	60,2	"	"
Fœtus féminin de 4 mois (fémur) . . .	63,0	"	"	"
Femme de 22 ans (omoplate) . . . . .	63,3	60,0	"	"
Femme de 22 ans (crâne) . . . . .	64,1	57,8	1,7	10,9
Femme de 22 ans (humérus) . . . . .	64,1	"	"	"
Homme de 40 ans (fémur) . . . . .	64,2	56,6	1,3	10,2
Femme de 81 ans (fémur) . . . . .	64,5	58,1	1,2	10,0
Momie égyptienne (fémur) . . . . .	65,0	58,7	1,7	5,9
Saki (fémur) . . . . .	64,0	"	"	"
Genette (fémur) . . . . .	70,2	"	"	"
Chienne (fémur) . . . . .	62,1	59,0	1,2	6,1
Jeune lionne (fémur) . . . . .	64,7	60,0	1,5	6,3
Panthère (fémur) . . . . .	65,6	"	"	"
Morse (fémur) . . . . .	63,1	53,9	1,5	9,3
Lapin (fémur) . . . . .	66,3	58,7	1,1	6,3
Cochon d'Inde (fémur) . . . . .	71,8	"	"	"
Éléphant des Indes (fémur) . . . . .	66,8	62,2	1,2	5,6
Rhinocéros de Java (fémur) . . . . .	65,3	60,0	2,3	5,2
Cheval (fémur) . . . . .	70,4	"	"	"
Vache (fémur) . . . . .	71,5	"	"	"
Taureau (fémur) . . . . .	69,3	59,8	1,5	8,4
Agneau (fémur) . . . . .	67,7	60,7	1,5	8,1
Mouton (fémur) . . . . .	70,0	62,9	1,3	7,7
Chevreau (fémur) . . . . .	68,0	58,3	1,2	8,4
Caehalot . . . . .	62,9	51,9	0,5	10,6
Baleine (partie spongieuse) . . . . .	57,5	"	"	"
Aigle . . . . .	70,5	60,6	1,7	8,4
Vautour . . . . .	66,2	"	"	"
Grand-duc . . . . .	71,3	61,6	1,5	8,8
Autruche (partie dense) . . . . .	70,0	"	"	"
Autruche (partie spongieuse) . . . . .	67,0	"	"	"
Outarde . . . . .	71,1	"	"	"
Poulet . . . . .	68,2	64,4	1,1	5,6
Dindon . . . . .	67,7	63,8	1,2	5,6
Pardrix . . . . .	70,7	65,4	"	"
Héron . . . . .	70,6	62,5	1,5	10,2
Grive . . . . .	66,6	63,0	"	"
Oiseau-mouche (tête) . . . . .	55,0	"	"	"
Oiseau-mouche (membre-) . . . . .	59,0	"	"	"
Sarcelle . . . . .	73,5	68,4	1,3	5,6
Tortue de mer (carapace) . . . . .	64,3	58,0	1,2	"
Tortue de terre (carapace) . . . . .	64,0	56,0	1,2	10,7
Crocodile . . . . .	64,0	58,3	0,5	7,7
Serpent . . . . .	67,3	"	"	"
Morne . . . . .	61,3	55,1	1,3	7,0
Barbue . . . . .	60,2	"	"	"
Sole . . . . .	54,0	"	"	"
Alose . . . . .	50,0	"	"	"
Carpe . . . . .	61,4	58,1	1,1	4,7
Brochet . . . . .	66,9	61,2	1,2	4,7
Anguille . . . . .	57,0	56,1	traces	2,2
Squale . . . . .	62,6	"	"	"
Raie (cartilage) . . . . .	30,0	27,7	traces	4,3
Raie (boucles) . . . . .	65,3	64,4	"	1,3
Lamproie (tête) . . . . .	2,2	"	"	"

Pour compléter ces renseignements utiles, nous donnerons les analyses des divers os faites par différents chimistes.

M. Marchand a trouvé dans le fémur d'un cerf :

Substance animale . . . . .	7,25
Phosphate de chaux . . . . .	51,15
Carbonate de chaux . . . . .	19,26
Sulfate de chaux . . . . .	12,24
Phosphate de magnésie . . . . .	2,12
Fluorure de calcium . . . . .	2,08
Oxydes de fer, de manganèse, etc. . . . .	2,90
	<hr/> 100,00

Berzélius a trouvé les nombres suivants :

PRINCIPES CONSTITUANTS	OS de l'homme.	ÉMAIL de l'homme.	OS de bœuf.	ÉMAIL de bœuf.
—	—	—	—	—
Cartilage . . . . .	32,17	" }	33,30	3,56
Vaisseaux sanguins . . . . .	1,13	" }		
Fluorure de calcium . . . . .	2,00	3,20	2,50	4,00
Phosphate de chaux . . . . .	51,04	85,30	55,85	81,00
Carbonate de chaux . . . . .	11,30	8,00	3,85	7,10
Phosphate de magnésie . . . . .	1,16	1,50	2,05	3,00
Soude. Chlorure de sodium, etc.	1,20	2,00	2,45	1,34
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

*Analyse d'os divers, par Mèrat-Guillot.*

NOMS DES OS	GÉLATINE	PHOSPHATE de chaux.	CARBONATE de chaux.	PERTE et eau.
—	—	—	—	—
Os humains d'un cimetière . . .	16,00	67,00	1,50	45,50
Os de bœuf . . . . .	3,00	93,00	2,00	2,00
Os de veau . . . . .	25,00	64,00	traces	11,00
Os de cheval . . . . .	9,00	67,50	1,25	22,50
Os de mouton . . . . .	16,00	70,00	0,50	13,50
Os de cochon . . . . .	17,00	52,00	1,00	30,00
Os de lièvre . . . . .	9,00	85,00	1,00	5,00
Os de poulet . . . . .	6,00	72,00	1,50	20,50
Os de vipère . . . . .	21,50	60,50	0,50	17,50

*Composition des os de divers animaux, par de Bibra.*

PRINCIPES CONSTITUANTS	FAUCON (fémur).	COQ (fémur).	GRENOUILLE (fémur).	COULEUVRE (vertèbre).	SAUMON (vertèbre).	BROCHET (vertèbre).
—	—	—	—	—	—	—
Phosphate de chaux et fluorure de calcium . .	61,76	59,82	59,48	59,41	56,64	42,73
Carbonate de chaux . .	6,66	10,89	2,25	7,82	4,01	9,88
Phosphate de magnésie . .	4,00	1,13	0,99	4,00	0,90	0,93
Sels . . . . .	0,82	0,97	1,78	0,73	0,83	1,00
Cartilage . . . . .	28,68	26,17	30,19	24,93	21,80	35,71
Graisse . . . . .	1,08	1,02	5,31	6,14	18,82	9,75
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

*Os de poissons.*

PRINCIPES CONSTITUANTS	CRANE de morue.	OS de brochet.	ÉPINE DORSALE de requin.	CRANE d'une grande raie.
Substance animale . . . . .	43,94	37,36	57,07	78,46
Phosphate de chaux . . . . .	47,96	53,20	32,46	14,20
Sulfate de chaux . . . . .	"	"	1,87	0,83
Carbonate de chaux . . . . .	5,50	6,16	2,57	2,61
Phosphate de magnésic . . . . .	2,00	"	1,03	"
Sulfate de soude . . . . .	"	"	0,80	0,70
Soude et chlorure de sodium . . . . .	0,60	1,22	3,00	2,46
Fluorure de calcium . . . . .	"	"	"	"
Silice, alumine . . . . .	"	"	"	"
Fer et pertes . . . . .	"	"	1,20	0,74
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00
	Chevrecul.	Duméril.	Marchand.	Marchand.

Les compositions des os fossiles sont également intéressantes pour le sujet que nous traitons.

Le tissu organique d'un os exposé à l'air disparaît peu à peu; il ne reste plus, au bout d'un certain temps, que la substance calcaire.

Cette décomposition s'opère encore lorsque l'os est placé dans la terre, mais elle est si lente que l'on retrouve souvent des matières organiques dans les os restés enfouis pendant plusieurs siècles dans le sol. Dans ce dernier cas, les os prennent la qualification de fossiles. Divers chimistes ont donné des résultats d'analyse que nous allons consigner ici :

*Analyse d'os fossiles des sables marins tertiaires, par Marcel de Serres.*

Eau . . . . .	7,00
Matière organique . . . . .	traces
Phosphate de chaux et oxyde de fer . . . . .	78,50
Carbonate de chaux . . . . .	14,00
Carbonate de manganèse et fluorure de calcium . . . . .	0,50
	<hr/> 100,00

*Analyse d'os fossiles de la caverne de Lunel-Viel, par Marcel de Serres.*

Eau . . . . .	8,8
Matière organique et fluorure de calcium . . . . .	traces
Phosphate de chaux . . . . .	74,0
Carbonate de chaux . . . . .	10,5
Silice et oxyde de fer . . . . .	4,1
Perte . . . . .	2,6
	<hr/> 100,0



*Analyse d'os fossiles, par Girardin et Pressier.*

	PLESIOSAURE de l'argile de Dives.	POECILOPLEURON de Caen.	OURS FOSSILE de Mialet.
Eau . . . . .	2,20	»	1,30
Matière organique . . . . .	4,80	1,25	7,17
Phosphate de chaux . . . . .	54,20	74,80	75,45
Phosphate de magnésie . . . . .	4,61	»	2,81
Phosphate de fer . . . . .	6,40	1,21	»
Carbonate de chaux . . . . .	10,17	20,43	12,18
Fluorure de calcium . . . . .	2,11	1,50	1,09
Silice . . . . .	9,21	0,81	»
Alumine . . . . .	6,30	»	»
	100,00	100,00	100,00

*Analyses d'os fossiles, par Marchand et Vauquelin.*

PRINCIPES CONSTITUANTS	FOSSILE de Carlsruheuth.		FOSSILE de Montmartre..
	De	à	
Substance animale . . . . .	4,20	16,24	»
Phosphate de chaux . . . . .	62,11	56,01	65,00
Carbonate de chaux . . . . .	13,24	13,12	7,00
Sulfate de chaux . . . . .	12,25	7,14	28,00
Fluorure de calcium . . . . .	2,12	1,96	»
Phosphate de magnésie . . . . .	0,50	0,30	»
Acide silicique . . . . .	2,12	2,15	»
Oxydes de fer et de manganèse .	2,12	2,00	»
Eau . . . . .	»	»	10,00
Sonde et perte . . . . .	1,34	1,08	»
	100,00	100,00	100,00
	Marchand.		Vauquelin.

*Analyses d'os fossiles, par Chevreul.*

PRINCIPES CONSTITUANTS	FOSSILES de Chavaignes.	TIBIA d'hippopotame	OS de rhinocéros.
Eau . . . . .	»	2,0	10,0
Matière animale . . . . .	»	5,0	2,0
Sulfate de chaux . . . . .	1,5	»	»
Phosphate de chaux . . . . .	»	50,0	60,0
Phosphate de fer . . . . .	67,5	5,0	»
Alumine . . . . .	1,0	10,0	»
Carbonate de chaux . . . . .	4,5	5,0	28,0
Fluorure de calcium . . . . .	15,5	»	»
Matière terreuse . . . . .	»	»	»
Oxyde de fer . . . . .	»	4,0	»
Silice . . . . .	»	24,0	»
	100,0	100,0	100,0

*Analyses d'os fossiles, par M. Fremy.*

NOMS DES OS	CENDRES	PHOSPHATE	PHOSPHATE	CARBONATE	MATIÈRES	
		de chaux.	de magnésie.	de chaux.	siliceuse.	organique.
Bœuf fossile, des cavernes d'Oreston	—	—	—	—	—	—
métatarsien, partie spongieuse. . . . .	84,2	63,3	1,2	5,2	17,2	8,0
Rhinocéros fossile (côtes) . . . . .	83,1	66,8	»	27,5	1,4	traces
Hyène fossile, os long. . . . .	75,5	72,0	0,7	4,7	»	20,0
Mastodonte fossile, défense . . . . .	90,4	56,5	0,7	13,1	24,3	»
Ours fossile, partie spongieuse . . . . .	76,7	23,1	1,2	67,5	14,0	»
Tatou fossile, écailles . . . . .	80,7	55,0	0,4	23,8	12,4	»
Tortue fossile, vertèbres. . . . .	87,0	61,1	0,7	10,6	18,6	»

Des diverses analyses que nous venons de donner on peut tirer les conclusions suivantes :

1° Dans un os fossile, l'osséine est généralement détruite et le plus souvent remplacée par différentes matières minérales. (Nous allons voir un peu plus loin que les recherches de M. Scheurer-Kestner ont jeté sur ce point une nouvelle lumière.)

2° La proportion de substance organique qui reste dans un os fossile est très variable. Certains os en contiennent à peine quelques traces; d'autres en renferment jusqu'à 20 p. 100.

Cette osséine des os fossiles présente toutes les propriétés de l'osséine que l'on retire des os ordinaires. Elle se transforme en gélatine sous l'influence de l'eau bouillante.

3° Les substances minérales qui incrustent les os fossiles sont principalement la silice, le sulfate de chaux, le fluorure de calcium et surtout le carbonate de chaux. La proportion de ce dernier sel peut s'élever quelquefois dans un os fossile jusqu'à 67 p. 100. La silice qui incruste un os fossile est à l'état de quartz, c'est-à-dire insoluble dans les acides et les alcalis étendus.

4° L'incrustation minérale s'est faite en général d'une manière plus complète dans les os spongieux que dans les os denses.

5° L'analyse d'un os fossile peut faire connaître la nature du terrain dans lequel il a été déposé. Dans un terrain crétacé, l'os fossile est toujours incrusté de carbonate de chaux. On trouve, au contraire, en abondance de la silice dans un os fossile qui sort d'un terrain riche en matière siliceuse.

6° Il ne paraît pas possible de déterminer, même approximativement, l'âge d'un fossile en appréciant la quantité d'osséine qu'il retient, car la proportion de cette substance, qui reste dans l'os, dépend principalement du degré de porosité de la substance osseuse.

On a trouvé, en effet, dans le même os fossile, des proportions variables de matière organique, en soumettant à des analyses comparatives la partie dense et la partie spongieuse d'un os.

7° On retrouve, à peu de chose près, dans quelques os fossiles la quantité de phosphate de chaux tribasique qui existe dans l'os ordinaire. Dans d'autres

os fossiles, au contraire, la proportion de phosphate de chaux diminue considérablement et tombe à 25 p. 100.

8° La proportion de phosphate de magnésie n'éprouve pas de variation bien sensible. Elle diminue cependant lorsque le phosphate de chaux est remplacé par du carbonate de chaux ou des substances siliceuses.

D'autre part, Karl Aily présente, à la suite de ses travaux analytiques sur les os, les conclusions suivantes :

1° On n'observe pas de prédominance des sels de chaux dans telle ou telle partie du corps, comme on l'a prétendu pour la partie droite comparée au côté gauche, ou pour les membres inférieurs comparés aux membres supérieurs.

2° L'âge est sans influence sur la composition chimique des os.

3° La dose d'eau contenue dans l'os frais croît avec celle de l'osséine, tandis que la densité diminue.

Les chiffres suivants indiquent comment cette propriété se manifeste :

Substance organique pour 100 de substance osseuse sèche .	30,46	31,28	32,54
Eau pour 100 d'os frais . . . . .	10,94	11,91	13,77
Densité . . . . .	1,964	1,946	1,898

4° La densité des os de vieillards semble être inférieure à la densité normale.

5° Les os de bœuf contiennent en moyenne 4 p. 100 de sels de chaux en plus que les os humains ; leur densité est plus grande et la teneur en eau est plus faible.

Leur richesse en chaux augmente avec l'âge jusqu'à trois ans, époque à partir de laquelle on constate un effet inverse.

## ANALYSE DES OS

La détermination exacte des éléments contenus dans les os est importante tant au point de vue scientifique qu'au point de vue industriel.

Cette détermination peut se faire de la façon suivante :

### Dosage de l'osséine.

Pour déterminer la proportion d'osséine contenue dans un os, il faut réduire les os en lames minces, au moyen d'une seie, et les traiter ensuite à froid par une liqueur acide contenant environ un dixième de son volume d'acide chlorhydrique concentré.

Lorsque l'acide carbonique ne se dégage plus, ce qui a généralement lieu au bout de trente-six heures, on lave l'osséine avec de l'eau froide et on la dessèche à 130 degrés.

### Dosage de la chaux.

On dose la chaux en dissolvant 300 ou 400 milligrammes d'os dans l'acide chlorhydrique bouillant et étendu de la moitié de son volume d'eau.

La dissolution se fait en quelques minutes. La liqueur est généralement limpide, ou du moins elle ne retient en suspension que des traces de matières grasses et albumineuses qui ne nuisent pas à l'opération.

La liqueur est saturée par l'ammoniaque jusqu'au point où le phosphate de chaux commence à se précipiter, et en ayant surtout le soin d'éviter l'élévation de température résultant de la combinaison de l'ammoniaque avec l'acide chlorhydrique en excès qui se trouve dans la liqueur.

Dans ce but, on entoure d'eau froide le ballon de verre dans lequel se fait la réaction. Sans cette précaution, le phosphate de chaux deviendrait insoluble dans l'acide acétique.

Lorsque l'acide chlorhydrique a été saturé par l'ammoniaque et que le phosphate de chaux commence à se déposer, la liqueur est additionnée d'acide acétique, la chaux est précipitée par l'oxalate d'ammoniaque et dosée ensuite à l'état de sulfate de chaux.

### **Dosage de l'acide phosphorique.**

Quand la liqueur, obtenue par la dissolution de la substance osseuse dans l'acide chlorhydrique, a été débarrassée de la chaux, on la rend alcaline par l'addition de quelques gouttes d'ammoniaque, puis on y verse une dissolution de sulfate de magnésie contenant du sel ammoniac et ne précipitant plus par l'ammoniaque. Il se produit immédiatement un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.

La liqueur est conservée plusieurs heures avant d'être filtrée, parce que la précipitation du phosphate, ammoniaco-magnésien, n'est complète qu'au bout d'un certain temps.

Le sel est alors jeté sur un filtre, lavé à l'eau ammoniacale et calciné, en prenant les précautions ordinaires, c'est-à-dire en chauffant la plus grande quantité du phosphate dans l'intérieur du creuset et le filtre dans le couvercle du creuset.

Le poids du phosphate de magnésie fait connaître la quantité d'acide phosphorique contenue dans la substance osseuse.

Ce mode de dosage présente, pour l'analyse des os, une suffisante exactitude; nous ferons connaître plus tard, quand nous parlerons des superphosphates, les modifications qui y ont été apportées.

### **Dosage de la magnésie.**

On traite une nouvelle portion d'os par l'acide chlorhydrique étendu d'eau. La chaux est séparée au moyen de l'oxalate d'ammoniaque.

La liqueur, rendue légèrement ammoniacale, est soumise à l'agitation et conservée pendant plusieurs heures à une température modérée. Il se forme alors un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien dont le poids permet de déterminer la proportion de magnésie contenue dans l'os.

### Dosage de l'ammoniaque.

Quand on soumet de la poudre d'os à l'action d'une dissolution étendue et froide de potasse, ou mieux à celle d'un lait de chaux, il se dégage de l'ammoniaque.

Cette production d'ammoniaque ne peut pas être attribuée à la décomposition de l'osséine par les alcalis, car l'osséine pure, traitée par la même dissolution alcaline, ne dégage pas d'ammoniaque.

La quantité d'ammoniaque qui existe dans les os se détermine en traitant d'abord 10 à 15 grammes d'os par l'acide chlorhydrique très faible. La liqueur acide est décantée, puis soumise à l'action d'un excès de soude.

L'expérience se fait dans un ballon qui communique avec un appareil de Liebig contenant de l'acide chlorhydrique. Le chlorhydrate d'ammoniaque ainsi formé est dosé par la méthode ordinaire au moyen du chlorure de platine ammoniacal.

On peut aussi employer notre méthode de dosage que nous avons donnée ailleurs (1), qui est plus rapide et plus exacte, et qui est basée sur l'emploi des sulfocyanures alcalins.

### Dosage de l'acide carbonique.

Parmi les nombreux modes de dosage de cet acide, on peut employer le suivant :

La proportion d'acide carbonique contenue dans la substance osseuse est déterminée en dissolvant 3 à 4 grammes d'os dans un liquide acide, et en appréciant au moyen de la balance, l'acide carbonique sec qui se dégage pendant cette dissolution.

L'appareil servant à ce dosage se compose d'un petit flacon dans lequel, à un moment donné, l'acide peut réagir sur l'os. Le gaz acide carbonique passe au travers d'un petit tube contenant du chlorure de calcium ou de la ponce sulfurique.

Lorsque l'expérience est terminée, on peut au moyen d'une aspiration, remplacer l'acide carbonique qui se trouve dans l'intérieur de l'appareil par de l'air sec.

Ce petit appareil peut être facilement placé sur le plateau d'une balance. Son poids ne dépasse pas 60 à 70 grammes.

La perte de poids qu'il éprouve pendant la dissolution de l'os dans l'acide représente exactement l'acide carbonique qui s'est dégagé. Le poids de cet acide fait connaître celui du carbonate de chaux.

Pour terminer ces données générales sur les os et sur leur analyse, nous relaterons les recherches spéciales que M. Scheurer-Kestner a publiées à ce sujet sur la composition des os fossiles.

(1) *Le Sucre*, par Paul Charpentier (Encyclopédie chimique, p. 274).

Des analyses faites sur des os fossiles, des environs de Colmar, ont conduit M. Scheurer-Kestner à admettre à côté de l'osséine ordinaire insoluble dans l'acide chlorhydrique faible, l'existence d'une autre matière azotée qui entre en dissolution avec les sels calcaires sous l'influence de l'acide chlorhydrique faible.

L'osséine soluble n'est pas rare dans certains ossements géologiquement fossiles; on la rencontre également en grande quantité dans les ossements de l'époque historique, pourvu qu'ils se soient trouvés dans des conditions favorables à sa formation et à sa conservation.

Pour arriver à constater analytiquement la présence de l'osséine soluble dans les ossements, on commence par doser l'azote total de la matière animale en le transformant en ammoniacque par calcination avec la chaux sodée.

Une autre partie de l'os est traitée par l'acide chlorhydrique dilué (3 à 6 degrés Baumé), de manière à dissoudre complètement les carbonate et phosphate calcaires. Le résidu, qui se compose des substances minérales insolubles dans l'acide et de la gélatine ou osséine insoluble, est déposé sur un filtre taré, lavé, séché et pesé.

Après calcination, on a le poids des matières minérales insolubles (silice et silicates), que l'on retranche du poids total fourni par la pesée des substances restées sur le filtre.

On obtient de cette manière la teneur en osséine insoluble et en osséine totale, en ramenant par le calcul, l'azote à la formule de l'osséine. La différence entre les deux nombres représente l'osséine soluble.

Cependant on ne doit pas se borner à ce dosage par différence. Les liquides acides séparés, par filtration, de l'osséine insoluble renferment toute l'osséine soluble; il suffit d'en évaporer une petite quantité sur une lame de platine et de calciner le résidu pour en reconnaître la présence par l'odeur de corne brûlée que répand la matière calcinée.

Ces liquides, après avoir été séparés par la soude, sont évaporés au bain-marie. La substance séchée doit être mélangée à de la chaux sodée pour y doser l'azote.

Si l'opération par différence est exacte, on doit retrouver dans le second dosage de l'azote une quantité de ce métalloïde égale à celle que doit fournir l'osséine soluble.

Une analyse ainsi conduite d'une tête d'*Ursus spelæus* a fourni les nombres suivants :

	P. 100.
Osséine calculée sur la totalité de l'azote renfermé dans les ossements.	8,23
L'osséine insoluble a produit. . . . .	1,38
Osséine calculée sur l'azote des liquides acides évaporés . . . . .	7,11
	<hr/> 8,39

Voici quelques résultats donnés par l'analyse d'os fossiles trouvés dans le Lehem des environs de Colmar :

	PARIÉTAL humain.	CHEVAL fossile.	OS de mammoth.
Osséine ordinaire. . . . .	3,1	3,9	2,8
Osséine soluble. . . . .	12,3	9,8	8,9
Eau. . . . .	6,0	6,3	5,7
Silice. . . . .	3,5	0,3	12,4
Phosphate et carbonate calcaires . . . . .	74,4	79,3	70,1

En ne considérant que l'osséine, c'est-à-dire la matière animale, on a trouvé pour 100 :

	OSSEÏNE INSOLUBLE	OSSEÏNE SOLUBLE
Pariétal humain. . . . .	29,12	79,88
Mammoth. . . . .	23,80	76,20
Crâne d'époque francke. . . . .	85,00	15,00
Crâne de plusieurs siècles. . . . .	73,00	27,00
Pariétal humain gaulois. . . . .	73,50	26,50
Crâne mérovingien . . . . .	95,50	6,50
Crâne mérovingien . . . . .	72,50	27,50
Tête d'ours. . . . .	1,28	7,28
Fémur d'ours . . . . .	0,63	1,64
Mâchoire d'homme . . . . .	2,52	14,69
Mâchoire de femme. . . . .	7,14	8,86

Les ossements fossiles renferment souvent leurs matières gélatineuses en proportions si réduites qu'il faut employer des quantités considérables d'acide pour dissoudre les matières minérales.

Il était important de connaître quelle était l'influence exercée par l'acide concentré sur l'osséine ordinaire pour savoir si l'osséine soluble préexiste ou se forme par réactions.

L'osséine ordinaire préparée à l'état de pureté par la méthode de M. Fremy se dissout intégralement et en quelques heures dans l'acide concentré et froid.

Cette dissolution débarrassée de l'acide chlorhydrique par l'argent est neutre et ne présente les propriétés ni d'une solution de gélatine, ni d'aucuns de ses dérivés connus.

Évaporée à siccité, elle fournit un dépôt blanc qui répand, lorsqu'on le calcine, l'odeur de corne brûlée. Elle n'est précipitée par aucuns des sels qui précipitent la gélatine après ébullition et concentration. Elle ne produit ni gelée, ni cristaux.

L'acide chlorhydrique affaibli n'exerce que peu d'action sur l'osséine.

Nous avons vu que pour doser cette substance M. Fremy recommande d'étendre l'acide concentré de neuf fois son volume d'eau.

Dans ces conditions, l'attaque de l'osséine pure par l'acide est encore sensible au bout de vingt-quatre heures de contact. Ce n'est guère que lorsque l'acide ne renferme plus que un demi pour cent d'acide que la liqueur peut être évaporée après avoir séjourné pendant vingt-quatre heures sur l'osséine sans laisser de résidu appréciable et sans répandre à la calcination l'odeur de corne brûlée.

Cette concentration correspond à un volume d'acide étendu de 30 à 40 fois

son volume d'eau. Ce caractère de noircir à la calcination, en répandant l'odeur caractéristique de l'osséine ou de la corne brûlée est d'une grande sensibilité, à la condition de saturer par l'ammoniaque pure la solution chlorhydrique avant l'évaporation.

### Classification des os.

Au point de vue industriel, les os employés peuvent se classer en cinq catégories, qui sont :

1° Les os qui forment les têtes des bœufs, des vaches et des chevaux, nommés os *canards* ou *caboches*. Ils sont, en général, très minces et, par suite, facilement attaquables, donnent une très belle gélatine. On en sépare généralement les dents adhérentes.

2° Les os garnissant l'intérieur des cornes des ruminants, ils sont en général perforés comme des éponges, très poreux et se laissent facilement attaquer par l'acide chlorhydrique. On leur donne le nom de *cornillons*. La gélatine qu'ils produisent est abondante et de bonne qualité.

3° Les têtes de moutons, nommées aussi *caboches*, fournissent également une gélatine très blanche, mais moins forte et moins abondante. Le prix de ces os est notablement moindre que celui des précédents; ils sont moins recherchés.

4° Les os qui proviennent des jambes de moutons; ils sont minces, creux à l'intérieur, et se laissent facilement pénétrer par l'acide. Les os minces fournis par les humérus des moutons sont nommés *omoplates*.

5° Enfin les déchets d'os fournis par les fabricants de boutons; on les nomme *dentelles de boutonnières* ou *escafilottes*. Ils sont ordinairement plats et minces, percés d'un grand nombre de trous. La gélatine qu'ils fournissent est très blanche et de bonne qualité. La ville de Paris en produit des quantités considérables.

On peut aussi, quand les qualités précédentes font défaut, utiliser tous les os fournis par les autres parties des squelettes d'animaux, mais en exceptant les os gras qui sont abandonnés aux fabricants de noir animal.

### CLASSIFICATION DES COLLES ANIMALES DU COMMERCE

On peut compter environ seize variétés de colles animales employées par le commerce en y comprenant celles produites par les poissons.

Ce sont :

#### 1° Colle blanche diaphane dite **grenetine**.

Comme nous l'avons dit, cette qualité de gélatine a été, à la suite de l'impulsion donnée par la *Société d'encouragement pour l'industrie nationale*,



fabriquée et perfectionnée par M. Grenet, de Rouen, qui lui a donné son nom.

Cette qualité se fabrique avec des peaux de jeunes animaux, des cartilages de veau non desséchés.

Elle se présente dans le commerce sous la forme de feuilles très minces, brillantes, très flexibles.

On l'emploie pour préparer les gelées alimentaires, pour apprêter les tissus blancs. Elle sert aussi à coller les vins et les clarifie aussi bien que peuvent le faire la colle de poisson et le blanc d'œuf.

### 2° Colle de Flandre.

Cette colle est très mince, transparente et blonde. On la trouve en feuilles minces présentant certaines dentelures tout à fait spéciales.

Elle est employée pour apprêter les étoffes et dans la confection des peintures à la détrempe.

### 3° Colle de Hollande.

Cette matière présente les mêmes caractères que la précédente. Elle sert aux mêmes usages. Sa teinte est d'un beau jaune.

### 4° Colle de Givet.

Cette variété est rougeâtre, assez fragile, sa cassure est nette; elle est transparente. On en consomme beaucoup, parce que son prix de vente est généralement assez bas.

Elle est employée pour l'ébénisterie et dans les peintures communes; sa solubilité dans l'eau froide est assez grande.

Cette colle se fabrique surtout avec les rognures de l'Amérique du Sud, souvent aussi avec des brochettes.

### 5° Colle anglaise.

Elle est plus colorée que les précédentes, les feuilles sont épaisses, carrées et souvent voilées.

### 6° Colle claire ou colle de duché.

Sa cassure est nerveuse, sa résistance très grande, sa couleur très peu foncée. Comme elle est très forte, elle est employée surtout par les emballeurs, les ébénistes et les peintres.

### 7° Colle des chapeliers.

Une des moins bonnes qualités, très brune, molle et humide elle manque de transparence. Étant très hygrométrique, elle procure au feutre une assez grande souplesse, c'est ce qui la fait employer par la chapellerie.

### 8° Colle au baquet.

On la nomme ainsi parce qu'elle est prise en gelée dans des baquets et vendue sous cette forme aux peintres et aux marchands de couleurs. Son défaut est de s'altérer facilement quand la température est un peu élevée. On peut empêcher cette décomposition pendant un certain temps par l'addition d'une petite quantité d'alun. \*

Cette colle se fabrique principalement avec les rognures de peaux et les vieux gants.

### 9° Colle forte liquide.

Cette variété se fabrique par la fusion au bain-marie d'un volume de l'une des colles précédentes avec un volume égal de vinaigre, auquel on ajoute une certaine quantité d'alcool avec un peu d'alun. L'acide lui communique la propriété de se conserver fluide à froid.

La fabrication des perles fausses en emploie une grande quantité.

### 10° Colle à bouche.

On la prépare avec la gélatine d'os parfumée par un peu d'essence de citron; pour rendre sa saveur plus agréable, on lui ajoute un peu de sucre.

On sait qu'elle se présente dans le commerce sous forme de petites tablettes rectangulaires.

### 11° Colle de parchemin.

Cette colle, principalement employée par les fabricants de fleurs artificielles se fabrique avec les rognures de parchemin et de vélin.

### 12° Collettes.

Ce sont des colles préparées avec les déchets de tannerie employés à l'état frais. On les coupe très minces. Les meilleures se fabriquent avec les produits du veau.

Une collette plus commune s'obtient avec un mélange de basses matières, bouillon de cheval, pattes et becs de volailles, brochettes intérieures, etc.

### 13° Colle d'os ou ostéocolle.

Cette gélatine est extraite des os au moyen de la marmite de Papin.

### 14° Colle forte des os ou gélatine d'os.

On l'obtient en traitant les os par l'acide chlorhydrique. Sa qualité est égale à celle des bonnes colles de parchemins et de peaux minces. On l'emploie aux mêmes usages.

Elle peut servir aussi bien dans l'industrie des gelées alimentaires que dans la menuiserie et l'ébénisterie. Elle est employée par les peintres, par les fabricants de papier, pour la préparation de la fausse écaille, du carton pierre et du stuc.

### 15° Colle de poisson ou ichthyocolle.

Cette matière est d'une transparence parfaite, ce qui la fait souvent rechercher par diverses industries spéciales.

Elle renferme jusqu'à 90 p. 100 de gélatine pure.

### 16° Colle de chair de poisson.

Certaines chairs de poissons, tels que les marousins, les requins, les esturgeons, sont capables, par un traitement spécial, de fournir une gélatine utilisable par l'industrie.

En résumant ce que nous venons de dire sur les diverses qualités de colle fortes animales que présente le commerce, nous dirons que les mêmes propriétés ne sont pas exigées par tous les arts.

C'est ainsi que, dans certains cas, on recherchera des colles ayant une très grande ténacité; dans d'autres cas, au contraire, on préférera l'emploi d'une colle plus souple et par suite moins raide, souvent moins forte.

Dans certaines circonstances, on exigera que la dissolution soit très rapide; dans d'autres, que la colle fasse prise immédiate; certains arts, au contraire, demanderont une colle prenant plus lentement et permettant par conséquent de mieux ajuster les pièces à coller. Souvent on préparera une colle très cuite pouvant, au besoin, se dissoudre à froid, souvent, au contraire, une colle pouvant supporter longtemps le contact de l'eau froide sans se dissoudre.

En résumé, les colles qui sont le plus estimées sont ordinairement peu ou pas colorées; elles sont claires, transparentes, la cassure en est conchoïde, les bords des feuilles sont légèrement ondulés.

Lorsqu'on les plonge dans l'eau froide, elles se gonflent sans se dissoudre; d'une grande ténacité relative, l'humidité ne les altère pas.

Le prix des colles est très variable suivant leurs qualités.

Nous mentionnerons enfin les diverses gélatines spéciales comme les gélatines en gelées blanches et de couleur, les gélatines laines qui sont employées pour clarifier les liquides, les gélatines alimentaires de toutes qualités, etc.

Aux qualités qui résident dans l'absence de couleur il faut ajouter qu'une bonne gélatine doit être absolument inodore, même lorsqu'on l'humecte un peu.

## FABRICATION DE LA COLLE FORTE

Les principales opérations qui se succèdent dans la fabrication de la colle forte au moyen des colles-matières sont les suivantes :

*Échaudage ou chaulage des colles matières.*

*Cuisson de la solution gélatineuse.*

*Extraction suivant diverses méthodes.*

*Clarification de la colle.*

*Entonnage ou moulage de la colle.*

*Dessiccation et mise en filets.*

*Lustrage de la colle.*

### **Echaudage ou chaulage des colles matières.**

En général, on ne peut pas, dans une fabrique, faire immédiatement entrer en traitement les matières premières désignées sous le nom de colles matières. On doit avoir des moyens de les conserver plus ou moins longtemps.

On y arrive facilement par l'échaudage qui consiste à faire macérer les peaux, rognures, patins, brochettes, etc., dans un lait de chaux concentré, que l'on renouvelle à plusieurs reprises pendant l'opération, de façon à entretenir la causticité du liquide.

Cette immersion se prolonge ordinairement pendant trois semaines. Après quoi les matières qui ont subi ce traitement sont retirées des cuves où elles séjournaient pour être ensuite lavées, puis étendues sur des dalles où elles s'égouttent.

Afin d'obtenir une dessiccation plus prompte, on les retourne et les agite plusieurs fois. Lorsqu'elles sont entièrement sèches, les matières sont emmagasinées pour attendre le moment où elles seront traitées.

Il arrive souvent que cette conservation des colles-matières constitue une industrie toute spéciale qui s'exerce généralement loin des villes.

La chaux que l'on emploie dans ce premier traitement a pour objet de dissoudre le sang et certaines parties molles; elle attaque l'épiderme, et le tissu par la suite en se dilatant, se transforme en gélatine ultérieurement avec plus de facilité.

En général, cette première opération n'est pas suffisante pour débarrasser complètement les matières des parties animales insolubles dans l'eau, dont le rôle ultérieur serait d'empêcher la gélatine de se dissoudre entièrement.

Aussi pour éviter cet inconvénient, a-t-on l'habitude de soumettre les matières à un nouveau chaulage avant de les employer définitivement.

La chaux ainsi employée rend plus soluble la matière gélatineuse; les parties grasses sont transformées en un savon insoluble. Mais la colle ainsi fabriquée est généralement plus sèche, quoique beaucoup plus claire.

Si l'on veut, au contraire, obtenir plus de liant dans le produit fabriqué, on emploie des matières encore humides renfermant une certaine proportion de

chaux caustique; l'inconvénient dans ce cas est la séparation plus difficile de la graisse.

Le nouveau chaulage dont nous venons de parler a pour effet, en outre, de gonfler les matières; celles-ci sont mieux pénétrées par l'eau; on les rince ensuite à plusieurs reprises pour enlever l'excès de chaux ainsi que certains corps rendus solubles par ce traitement.

Un étendage nouveau sur des dalles a pour résultat de carbonater la chaux restée libre qui, si elle restait à l'état caustique, pourrait altérer la gélatine.

En général, on emploie pour ces chaulages, des auges ou des cuves. On peut procéder aux lavages à l'aide d'un fort courant d'eau, souvent même on utilise le courant d'une rivière s'il s'en trouve à proximité.

Pendant longtemps, ces lavages ont eu lieu, suivant les anciens procédés, par une manœuvre de bâtons opérant sur la matière déposée dans des mannes à claire-voie ou percées de trous et placées sur le courant d'eau. Les mannes devaient être chargées et déchargées à la main.

Parfois, lorsque l'on avait à sa disposition une chute, on la faisait passer dans une espèce de foulon où s'opéraient simultanément un mouillage et un lavage.

Le lavage sur rivière, plus ou moins modifié, a pendant longtemps été pratiqué presque exclusivement. Cependant il produit peu et revient fort cher; il expose à une augmentation de déchets par suite des matières qui passent au travers des mannes; en outre, les résidus de lavage sont complètement perdus.

Pour remédier à ces divers inconvénients, M. Baux a proposé et appliqué un appareil que nous allons décrire et qui est représenté figures 1 et 2.

La figure 1 est une coupe transversale de l'appareil.

La figure 2 est une coupe longitudinale.

AA' est un récipient composé de deux compartiments qui communiquent entre eux et dans lesquels passent successivement les rognures de peaux soumises au lavage.

Les fonds de ces deux compartiments sont munis de trous destinés à laisser partir l'eau et les matières désagrégées.

Les trous du premier compartiment A, par lequel se fait le chargement des matières, sont d'un plus grand diamètre que ceux du compartiment A', parce qu'ils doivent laisser passer les matières étrangères : chaux, poils, etc.

B est l'ouverture par laquelle les matières sont introduites dans l'appareil.

CC' arbres armés de palettes qui tournent dans les compartiments du récipient.

DD' plans inclinés servant à ramener sur les palettes les matières projetées par la rotation des arbres. Le plan incliné D' est plus grand que l'autre, parce qu'il a pour but d'empêcher les rognures qui sont arrivées dans le compartiment A.

E porte du compartiment A' par laquelle on sort les rognures après le traitement.

F corde commandant le levier de manœuvre de la porte E.

G cuve pour recevoir les rognures à leur sortie de l'appareil; elle est percée de trous pour faciliter l'écoulement de l'eau.

HH' canaux emportant les eaux et les matières étrangères désagrégées sortant par le fond des compartiments du récipient AA'.

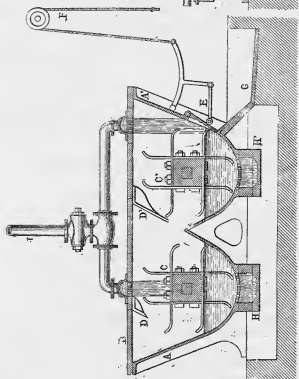


Fig. 1.

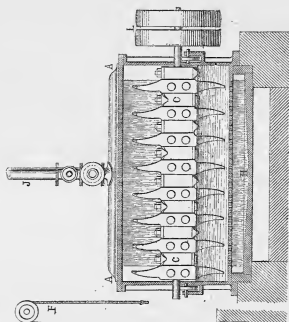


Fig. 2.

J tuyau avec robinet de commande pour la distribution de l'eau dans les compartiments du récipient AA'.  
L poulie folle et poulie de commande des arbres à palettes CC'.

On voit que ce système consiste en un vaisseau d'un volume plus ou moins considérable destiné à recevoir l'eau et les matières à laver et dans lequel se trouve un arbre à palettes qui, dans sa rotation, fait environ 400 tours par minute et agite énergiquement la substance à traiter, dans l'eau fournie à l'entrée du vase.

Afin d'empêcher que l'action de la force centrifuge des palettes ne retienne des fragments de matière contre les parois du récipient, celui-ci est muni à l'intérieur de saillies qui contribuent à ramener les fragments sous l'action des palettes. La partie inférieure du vase est percée de petits trous par lesquels l'eau doit s'écouler.

Une porte manœuvrée par un contrepoids permet d'ouvrir et de fermer le vase, et d'enlever la substance lavée qui se rend alors sur un plan incliné troué également et se trouvant à l'ouverture de sortie de l'appareil.

Cette disposition a pour but de laisser écouler l'eau dont les rognures sont encore imprégnées et qui se rend dans des bassins où les matières dont elles sont chargées se déposent et sont recueillies pour servir d'engrais.

Ce mode de lavage peut rendre de grands services en épurant plus complètement la matière première et en conduisant à une séparation plus complète et plus rapide des corps étrangers.

Les matières ensuite, lorsque la chaux est bien saturée par l'acide carbonique de l'atmosphère, sont, encore humides et gonflées, transportées dans l'atelier de fabrication proprement dite.

On a conseillé de remplacer la chaux par la soude en lessive faible, souvent aussi les matières en sortant des bains alcalins sont trempées dans une dissolution de chlorure de chaux dans le but de produire des colles plus incolores.

### **Cuisson de la solution gélatineuse.**

Cette cuisson des colles matières peut se faire suivant deux modes principaux.

Dans le premier cas, on soustrait à l'action du feu la gélatine une fois dissoute, et pour cela on fractionne les produits.

Dans la seconde méthode, la solution gélatineuse n'est pas soutirée au fur et à mesure de sa formation, mais au contraire on la laisse au contact des colles matières, en poursuivant la cuite.

La première méthode fournit les qualités supérieures des colles dites de Flandre ou de Hollande.

La seconde méthode, au contraire, dans laquelle les matières gélatineuses extraites restent exposées à l'action de la chaleur jusqu'à la fin de l'opération, produit des colles d'une qualité inférieure, mais ayant néanmoins belle apparence. Ce sont les colles dites de Givet, Anglaise, etc.

L'appareil employé est à feu direct, ou chauffé par un courant de vapeur.

La figure 3 représente l'appareil à feu direct, encore très employé.

M est une chaudière en cuivre à fond bombé disposée au-dessous du foyer N, dont la flamme passe ensuite sous le réservoir d'eau chaude O, avant de se rendre finalement à la cheminée d'évacuation P.

Ce réservoir O laisse écouler son eau chaude dans le récipient M par le

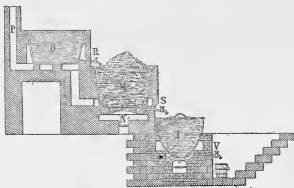


Fig. 3.

robinet R. Egalement la chaudière M possède un robinet S qui sert à faire écouler la solution gélatineuse dans un troisième récipient T, pouvant être fermé par un couvercle et chauffé par un petit foyer.

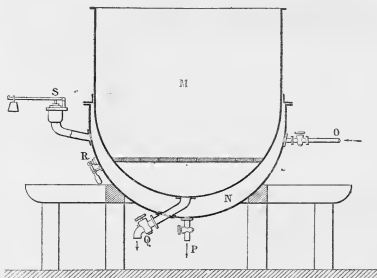


Fig. 4.

Ce dernier récipient T laisse écouler la gélatine par le robinet V, dans les boîtes ou les moules destinés à cet usage.

La chaudière d'extraction M doit se chauffer avec précaution, soit à la houille, soit au bois; l'opération cependant a besoin d'être faite assez rapidement.



Les fabricants de colle forte préfèrent souvent le feu direct, qui permet d'obtenir une ébullition plus énergique et plus efficace; cependant le chauffage à la vapeur a de grands avantages. Les cuissons en effet doivent être faites à des températures déterminées, qui sont difficiles à maintenir constantes avec les chaudières à feu direct.

La figure 4 représente une chaudière très simple chauffée à la vapeur.

Cette chaudière M se trouve dans une enveloppe en fer N, qui monte jusqu'à la moitié de la hauteur et qui est fermée hermétiquement.

La vapeur est amenée par le tuyau O dans l'intervalle qui sépare les deux récipients. Un robinet P permet d'écouler l'eau de condensation. La vidange s'opère par le robinet Q. Des soupapes de sûreté sont figurées en R et S.

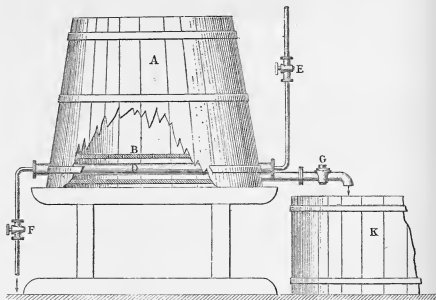


Fig. 5.

On peut à l'aide du robinet de vapeur régler facilement la température du bain; les opérations peuvent se faire avec plus de sûreté et plus de régularité.

La figure 5 représente un appareil basé sur le même principe. Il comprend une grande cuve A en bois dont le haut va en se rétrécissant. Deux tuyaux en cuivre courbés horizontalement sont placés à quelques centimètres l'un de l'autre sous le double fond percé B. La cuve est traversée par ces deux tuyaux, qui reçoivent la vapeur en D et laissent écouler l'eau de condensation en F. En élargissant la cuve par le bas, on obtient une surface de chauffe plus grande.

Le robinet G sert à faire écouler la gélatine produite dans une cuve K, où elle se prend en gelée.

D'après M. Bourdiliat, on doit commencer par déterminer à peu près la quantité de déchets de peaux nécessaires pour une cuite.

Afin de procéder avec certitude, on doit chaque fois faire des pesées. En général, on doit opérer sur au moins 500 kilogrammes. On jette cette quantité dans une grande cuve, en y ajoutant de l'eau froide jusqu'à submersion.

La cuve est laissée en repos pendant deux jours; puis deux ouvriers procèdent au lavage sur une table recouverte d'une toile métallique, qu'ils placent près de la cuve.

Un des ouvriers dépose sur cette table la matière première; le second la lave sous un filet d'eau, coupe les morceaux trop grands et sépare les corps étrangers, clous, chiffons, papiers, cuirs tannés, fils, etc...

Lorsque ce travail est terminé, la matière est reportée dans la même cuve; de l'eau fraîche est ajoutée avec une certaine quantité d'acide azotique, environ 25 kilogrammes d'acide pour 500 kilogrammes de déchets bruts.

Le bain acide neutralise les petites quantités de chaux qui étaient restées collées aux peaux; la matière première déjà ramollie se gonfle, elle devient poreuse et prend la forme spongieuse.

Le cuir qui à l'état sec avait l'épaisseur d'un carton ordinaire, devient épais comme le doigt. On reconnaît au moyen de ce gonflement si la masse est trempée suffisamment; mais avant de l'envoyer dans la chaudière pour la cuire, on opère un second lavage semblable au premier.

La matière ainsi préparée est amenée dans la chaudière à cuire.

Cette chaudière ne doit pouvoir contenir que les trois quarts de la matière à travailler; le dernier quart est entassé au-dessus en forme de pyramide. Le fond de la chaudière est muni d'une grille destinée à retenir les peaux, tout en permettant au liquide de circuler librement.

Lorsque la chaudière est remplie par la matière à traiter, on y verse de l'eau pure et l'on commence à chauffer.

La conduite du feu est très importante: c'est d'elle que dépend en grande partie la bonne qualité de la gélatine qui sera fabriquée.

Plus la température à laquelle on opère est élevée, plus on introduit d'impuretés dans la solution de gélatine. Le même effet se produit si les déchets de peau sont trop longtemps exposés à l'action de la chaleur et de l'eau.

Le but à atteindre est d'extraire, en employant le moins de chaleur possible, la meilleure gélatine dans un temps aussi court que possible.

Mais la faible température de l'eau ne permet pas d'extraire toute la gélatine en une seule fois, à moins d'y consacrer beaucoup de temps, ce qui nuirait à la qualité du produit; on est donc amené à suivre la méthode par *fractionnements*.

La première opération fournira la meilleure gélatine; au fur et à mesure que l'on approchera de la dernière ébullition, la qualité ira en diminuant.

Dès que l'ébullition commence, les matières s'affaissent peu à peu, la partie liquide devient plus considérable, et au bout de quelques heures toutes les matières sont baignées par le liquide.

Théoriquement, on devrait séparer les produits de chaque opération. Mais en procédant ainsi on obtiendrait un grand nombre de qualités diverses, ce qui compliquerait beaucoup la fabrication.

On doit donc chercher à égaliser les qualités de plusieurs cuites successives.

Pour cela, on peut amonceler les déchets sur le bord de la chaudière.

Lorsque la première cuite est terminée et que le premier produit est écoulé, la matière première s'est tassée, l'extraction peut alors s'étendre sur une nouvelle quantité qui améliorera la qualité de la seconde cuite et la rendra presque égale à la première, surtout si l'on opère à une température peu élevée.

Il en sera de même pour la troisième cuite, s'il reste encore de la matière première intacte. Mais il faut pour cela que la température soit encore moindre que pour la seconde cuite. Cette première qualité de colle ainsi extraite est limpide comme de l'eau.

Si pendant les trois opérations on a fait rentrer toute la matière première sous l'eau, on fait alors les cuites pour la gélatine de seconde qualité. Les substances qui colorent la gélatine en jaune commencent alors à se dissoudre.

La seconde qualité peut s'extraire également en trois cuites pour lesquelles on emploie des températures qui varient entre 50 et 60 degrés centigrades, de façon cependant à ce que la quatrième opération soit faite à une température plus élevée que la cinquième, et la sixième à une température plus basse que la cinquième.

De cette façon on obtient une qualité uniforme, et si l'on écoule le produit de toutes ces cuites dans une seule cuve, on obtient une gélatine de moyenne qualité.

Le reste de la matière ne peut donner que de la gélatine de qualité médiocre et fortement colorée en brun.

Nous pouvons résumer ces diverses opérations dans le tableau suivant :

	DURÉE	TEMPÉRATURE	COULEUR
Première cuisson . . .	Jusqu'à 18 heures	44°	Limpide comme l'eau.
Deuxième cuisson . . .		38°	
Troisième cuisson . . .		63°	
Quatrième cuisson . . .	Jusqu'à 24 heures	56°	Jaune.
Cinquième cuisson . . .		50°	
Sixième cuisson . . .			
Septième cuisson . . .	Jusqu'à 48 heures	75°	Brune.
Huitième cuisson . . .			
Neuvième cuisson . . .			

Cette manière de faire s'applique avec succès, d'après Jagenberg, dans la fabrication de la gélatine destinée au collage du papier.

En général, lorsqu'on ne veut faire que trois fractionnements, on attend que les colles matières n'aient plus de consistance, et si l'échantillon que l'on retire se prend bien en masse après refroidissement, on opère le soutirage.

Cette opération doit s'effectuer avec précaution; il faut éviter de troubler par un mouvement tumultueux le liquide qui est reçu dans la chaudière inférieure, chauffée au préalable.

On laisse reposer pendant plusieurs heures, puis on extrait la colle claire pour la soumettre à l'opération du moulage.

Pendant le repos de la solution, les colles matières restées dans la chaudière à cuire sont retraitées par un courant d'eau chaude venant du réservoir supérieur. Le feu est poussé, et le tout est soumis à une nouvelle cuite; comme

pour la première fois, on s'assure en prélevant un échantillon que la solution est assez concentrée pour se prendre en gelée après refroidissement; on écoule alors la solution comme on l'a fait précédemment.

Cette seconde cuite ne suffit généralement pas pour épuiser complètement les colles matières; on recommence alors une troisième fois le traitement.

Lorsque le liquide obtenu n'est pas assez dense pour se prendre en gelée, on y remédie par l'addition d'une certaine quantité de rognures.

La troisième solution ne se clarifie généralement pas avec facilité. Pour rendre la clarification plus rapide, on projette dans le liquide 1/500 de son poids d'alun pulvérisé. Après avoir agité énergiquement, on laisse reposer: puis après quelques heures, on soutire et l'on moule la gélatine.

Comme nous l'avons dit précédemment, les colles obtenues par ces trois traitements sont de qualités différentes, mais toujours supérieures à celles produites par la seconde méthode d'extraction dont nous allons dire quelques mots.

Dans ce mode d'opérer, la chaudière d'extraction est d'abord remplie de toute l'eau nécessaire pour enlever aux colles matières employées toute la gélatine qu'elles renferment.

Quand toute la masse est uniformément fondue, un soutirage a lieu dans la chaudière inférieure, en employant les précautions que nous avons signalées et qui ont pour but d'éviter de troubler le liquide.

Cette seconde chaudière ainsi chargée est maintenue très chaude pendant plusieurs heures, puis on soutire le liquide gélatineux pour le mouler.

La chaudière supérieure renferme des résidus que l'on soumet à l'action de l'eau échaude, afin d'en extraire finalement le peu de gélatine qu'ils renferment encore.

En dernier lieu, les magmas ou marcs qui restent sont soumis à l'action d'une forte pression, et les liquides qui s'en écoulent servent pour une opération ultérieure à la place de l'eau pure.

La clarification peut s'effectuer comme précédemment à l'aide d'une petite quantité d'alun, mais à la condition de faire bouillir à nouveau le liquide.

Cette colle ainsi fabriquée est diaphane et de couleur rouge; elle est inférieure à celle obtenue par la méthode des fractionnements; elle est moins tenace, sa cassure est vitreuse; lorsqu'on la brise on obtient des éclats anguleux en partie solubles dans l'eau froide.

### **Clarification de la colle.**

La qualité de la colle qui a été recueillie dans la chaudière de dépôt s'apprecie au moyen d'un petit appareil composé de deux lames de verre laissant entre elles un espace de 15 millimètres environ et réunies sur trois côtés par une monture en fer-blanc. On y verse un peu de colle et on l'examine à la lumière. On juge ainsi de sa limpidité et de sa transparence. Lorsque la colle ne présente pas ces qualités, on doit la clarifier.

Cette clarification peut se faire de deux façons différentes :

Par de l'alun;

Par de l'albumine.

Le premier sel, l'alun, ne doit être employé que si la colle est alcaline, ce dont on s'assure au moyen du tournesol.

Dans le cas où l'on emploie l'alun, on pulvérise environ 50 grammes de ce sel par 100 litres de colle. Après avoir dissous cette quantité d'alun dans un peu de colle bouillante, on ajoute le tout au bain qu'il s'agit de clarifier, et l'on agite énergiquement; après quoi la solution est laissée en repos pendant environ six heures, puis décantée.

L'action de l'alun paraît être la suivante. La colle est troublée par la présence de la chaux, celle-ci passe à l'état de sulfate de chaux qui se précipite; quant à l'albumine qui a pris naissance, elle descend lentement en entraînant les diverses matières suspendues dans l'intérieur de la solution.

Si cette solution est neutre, on fait usage d'albumine pour la clarifier. Cette albumine s'emploie sous forme de blancs d'œufs bien délayés dans de l'eau, que l'on ajoute à la solution gélatineuse encore très chaude.

Le tout est rapidement agité, et l'albumine remonte à la surface, entraînant avec elle les matières étrangères.

En général, pour que ce mode de clarification réussisse, il faut que la solution gélatineuse soit assez fluide et par conséquent maintenue à une température relativement élevée.

Il arrive souvent qu'au lieu de clarifier la colle dans la chaudière, on l'envoie dans une cuve profonde, étroite, munie d'un appareil de chauffage disposé de façon à chauffer seulement la partie supérieure des parois de la cuve. Le chauffage s'effectue avant l'arrivée de la solution gélatineuse à clarifier.

L'albumine a des inconvénients, mais l'alun en a aussi. Ce dernier diminue la force adhésive de la colle. Wagner a conseillé l'emploi de l'acide oxalique, accompagné de substances astringentes comme l'écorce de chêne ou de houblon.

### **Moulage de la colle.**

Le moulage de la colle se fait de la même façon, quel que soit le mode d'extraction qui aura été employé.

La solution de gélatine est coulée dans des moules, qui sont généralement en sapin ou en pin. La partie supérieure du moule étant plus large, il existe ainsi une certaine dépouille qui permet d'extraire plus facilement le bloc de gélatine devenu solide.

Ordinairement le fond des moules est sillonné par une série d'entailles que séparent des espaces qui correspondent à l'épaisseur que devront avoir les plaques de colle.

Les moules doivent être tenus dans un grand état de propreté; c'est là une condition indispensable pour obtenir une bonne gélatine à l'abri de la fermentation. En outre, le bon aspect de la plaque ne peut s'obtenir qu'à cette condition; dans le cas contraire il se forme des moisissures, qui finissent par piquer la colle. Cette propreté, d'ailleurs, dans la tenue des moules, doit s'étendre à toutes les autres périodes de la fabrication.

On peut remplacer le bois par le métal, par exemple le zinc, dans la confection des moules. Le métal présente l'avantage de se laisser imprégner moins facilement par les germes putrides, il est plus facile à nettoyer, le bloc de gélatine en sort plus facilement. L'inconvénient est que le métal coûte plus cher; aussi le bois est-il toujours très employé.

L'entonnage ou moulage se fait très rapidement et très simplement.

Les moules bien lavés sont d'abord rangés encore humides, ou bien séchés et recouverts d'huile, sur des pièces de bois bien stables et bien horizontales. Puis à l'aide d'un entonnoir (fig. 6), sur le fond duquel on place un petit tamis (fig. 7), servant à arrêter les impuretés, on introduit le liquide gélatineux que l'on avait au préalable soutiré dans la chaudière. On remplit ainsi le moule jusqu'au bord.



Fig. 6.



Fig. 7.

Le premier moule étant rempli, l'entonnoir est enlevé et placé sur le second moule; on continue ainsi jusqu'à ce que tous les moules soient pleins.

Le sol est ordinairement formé par des dalles un peu inclinées, de sorte que la colle qui a pu couler en dehors des moules peut se rendre, grâce à la déclivité, dans un conduit qui la recueille; on la reprend ensuite pour la faire rentrer dans la fabrication.

L'atelier où s'opère ce moulage doit être à basse température pour faciliter la prise en masse de la gélatine; aussi le sépare-t-on généralement de l'atelier d'extraction. Afin d'entretenir dans cet atelier une température peu élevée, on a l'habitude d'arroser assez souvent les dalles qui forment le plancher.

Souvent aussi la gélatine est transportée mécaniquement d'un atelier à l'autre.

### Découpage de la colle.

La colle séjourne ordinairement 18 heures dans l'atelier dit rafraîchissoir, quelquefois moins, suivant la saison. On peut rendre la prise de la colle plus rapide en disposant les moules dans des bacs où circule constamment de l'eau fraîche. Dans ce cas, il est bon d'employer des moules en métal qui conduisent mieux la chaleur et qui, étant plus étanches, s'opposent à ce qu'une partie de la colle ne soit entraînée par l'eau.

Quand la colle est suffisamment prise et ferme, on transporte les moules au séchoir et là les pains sont déposés sur une table. L'enlèvement se fait facilement dans le cas de moules en métal; s'ils sont en bois, on est souvent obligé de détacher les blocs de gélatine à l'aide d'un long couteau mouillé que l'on introduit entre le moule et la matière.

Les pains ainsi extraits du moule restent sur la table d'où on les enlève pour procéder au découpage.

Ce découpage peut se faire à l'aide d'une lame de cuivre tendue par un fil et un écrou que l'on promène sur les pains en se guidant par les raies des moules imprimées sur le bloc de colle.

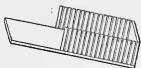


Fig. 8.

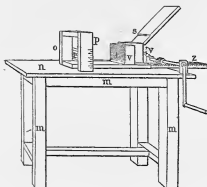


Fig. 9.

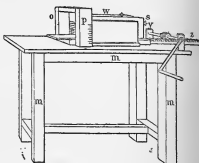


Fig. 10.

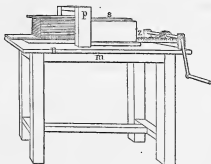


Fig. 11.

On emploie aussi une planche munie d'entailles servant à donner aux feuilles une épaisseur convenable et à guider la scie. La cage ou dentier à couper la colle qui guide l'ouvrier dans son travail est représentée figure 8.

Il existe aussi des machines servant à débiter mécaniquement les pains de gélatine.

Celle qui est représentée figures 9, 10, 11, 12, 13 peut rendre de réels services dans ce cas.

Cette machine est disposée sur une table au-dessus de laquelle sont fixés deux montants qui, étant écartés l'un de l'autre, laissent passer entre eux un chariot renfermant la colle que l'on doit découper en feuilles ou tablettes.

La figure 9 représente la machine et son chariot en perspective.

La figure 10 est une vue analogue, mais ici le chariot se trouve placé entre les côtés fixes.

La figure 11 montre l'appareil à l'instant où la colle a été traversée par les fils qui l'ont découpée.



Fig. 12.



Fig. 13.

*m* Bâti en bois supportant la machine.

*n* Table qui se trouve fixée sur le bâti *m*.

*op* Montants qui comprennent entre eux les fils métalliques *r* destinés à découper la gélatine.

*s* Chariot où l'on place le pain de gélatine à débiter en tablettes, plus spécialement représenté figures 12, 13.

*t* Fond de ce chariot.

*v* Arrière du chariot.

*w* Dessus du chariot qui peut s'ouvrir à charnière et se trouve fixé par la clavette *x* quand il est fermé.

*z* Crémaillère qui, fixée au chariot, fait marcher ce dernier. Elle est mise en mouvement par une manivelle et un pignon.

Pour employer cette machine, on place d'abord le morceau de gélatine solidifié, puis on met en mouvement à l'aide de la manivelle. Le chariot en glissant entraîne le pain de colle qui arrive contre les fils métalliques; ces derniers tranchent facilement la masse qui se trouve maintenue de tous les côtés. Le résultat est un certain nombre de feuilles ou de tablettes.

Les dimensions de la machine dépendent du travail qu'on veut lui faire faire. On peut aussi bien diviser le pain verticalement qu'horizontalement.

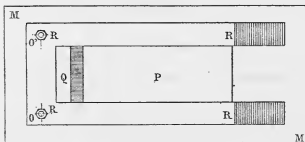


Fig. 14.

Un autre appareil employé souvent est celui que nous représentons figures 14, 15, 16 en plan et en coupes.



Une plate-forme en bronze M reçoit une série de plaques en laiton RR' évi-  
dées à leur intérieur et placées les unes sur les autres.

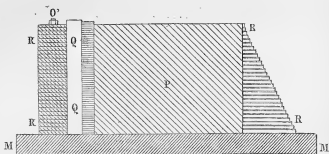


Fig. 13.

Ces plaques sont percées de trous par lesquels passent deux boulons OO' les  
fixant à la plate-forme. La plaque inférieure est plus longue, celles qui vien-  
nent ensuite ont des longueurs graduellement décroissantes comme l'indique  
la figure 16.

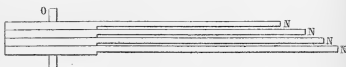


Fig. 16.

Le pain de gélatine est placé en P; il est appuyé contre la brosse Q. Pour  
couper le pain, on fait passer dans les vides qui séparent les plaques un fil de  
laiton très tendu.

Toutes les plaques ayant même épaisseur, les tranches de gélatine obtenues  
sont également de même épaisseur.

Quant à la brosse Q elle sert à permettre au fil de laiton de couper bien  
franchement et complètement la gélatine jusqu'au bout.

### Séchage de la colle.

C'est là une des opérations les plus importantes et les plus délicates de la  
fabrication des colles.

La dessiccation de la colle forte, dit Dumas (dont les indications ne sont pas  
surannées), est une des parties les plus chanceuses de la fabrication.

La température extérieure, l'état de l'atmosphère influent singulièrement  
sur le produit, surtout pendant les premiers jours.

Une température trop élevée ramollit la colle qui passe au travers des  
mailles et adhère si fortement aux cordes, que l'on est obligé de tremper les  
filets dans l'eau bouillante pour la retirer.

La gelée en congelant l'eau interposée fait fendiller les feuilles, et dans ce cas, on est presque toujours obligé de refondre la colle. Un orage, l'état électrique de l'atmosphère, suffisent pour faire tourner toute une partie de colle, même celle qui se trouve depuis deux ou trois jours sur les filets, cas auquel on éprouve des pertes énormes.

Un brouillard, très léger même, si on le laisse s'introduire dans le séchoir pique la colle, lui ôte de sa valeur et oblige souvent même à la refondre en totalité ou en partie.

Un vent sec et chaud a l'inconvénient de dessécher trop rapidement la colle et le retrait qu'elle éprouve la fait fendiller partout.

Le seul remède que l'on puisse opposer à tous ces inconvénients, consiste à éviter de travailler par les grandes chaleurs et pendant les grands froids. Les saisons les plus favorables sont donc le printemps et l'automne.

D'ailleurs, la fermeture plus ou moins complète des persiennes du séchoir est le seul moyen que l'on puisse employer contre les accidents du temps pendant les saisons de travail.

Le séchage peut s'effectuer à l'air libre ou sous l'influence de l'air chaud.



Fig. 17.

Le séchoir est très souvent constitué par une vaste pièce recouverte d'un toit et simplement fermée par des lames persiennes sur ses divers côtés. Le mouvement de l'air dans l'intérieur de la pièce est ainsi singulièrement facilité.

Dans toute l'étendue du séchoir sont disposés des châssis en bois recevant les filets tendus. Ces châssis sont représentés figure 17. Les filets semblables à ceux des pêcheurs sont cloués sur eux. Les tablettes de colle viennent reposer sur ces filets.

Afin d'assurer une dessiccation uniforme et régulière, on doit avoir soin de retourner les tablettes plusieurs fois par jour. Cette précaution a, en outre, pour but d'empêcher les mailles du filet de s'imprégner trop profondément dans les morceaux de colle.

Les gélatines qui sont desséchées à l'air libre présentent une certaine souplesse, mais elles se conserveraient avec difficulté et seraient susceptibles de se piquer. On est donc généralement amené à en terminer la dessiccation dans une étuve chauffée légèrement.

La colle gélatine contient au début 80 p. 100 d'eau, elle ne peut guère alors sans se ramollir et fondre, supporter une température plus grande que

15 degrés, mais, au fur et à mesure qu'elle se dessèche, elle est moins sensible à la chaleur, et finalement, elle peut supporter une température de 75 degrés.

Lorsque l'on veut donc se mettre à l'abri des variations atmosphériques, on peut procéder à la dessiccation dans un séchoir à air chaud.

Voici, d'après Péclet, les dispositions que l'on peut adopter dans ce cas :

On établit une grande chambre d'environ 50 mètres de longueur sur 6 mètres de largeur et 2 mètres de hauteur, ce qui correspond à une production de 1.000 kilogrammes de colle sèche par jour.

Cette galerie est absolument ouverte à ses deux extrémités. Au huitième de sa longueur à peu près, se trouve établie une cloison AB dans laquelle sont réservées deux ouvertures de 2 mètres de diamètre, destinées à recevoir deux hélices ventilatrices mues par une transmission. Les hélices déterminent le déplacement d'un grand volume d'air à faible vitesse.

Dans ce premier espace qui a 6 mètres de longueur environ se trouve établi un puissant calorifère à vapeur alimenté par les vapeurs d'échappement de l'usine. A 6 mètres de distance de la cloison AB se trouve établie en CD une cheminée en maçonnerie ayant 4 mètres dans le sens de la largeur et laissant, par conséquent, un passage de 1 mètre libre de chaque côté, soit en tout une section de passage de 4 mètres pour l'air qui vient de la chambre ABCD.

Sur la face de cette cheminée opposée au calorifère sont pratiquées deux ouvertures de 2 mètres de diamètre, munies également de deux hélices prenant l'air extérieur à la partie haute de la cheminée et le refoulant dans la salle où il se mélange avec celui qui vient de la salle précédente.

A une distance de 12 mètres de cette première cheminée s'en trouve une autre toute semblable, de sorte, que le séchoir se trouve divisé en quatre chambres, savoir : une chambre de 24 mètres de long, recevant les colles fraîches des trois premiers jours, en communication directe par son extrémité avec l'air extérieur; une chambre de 12 mètres de long, à la suite de la première, recevant les colles des 4<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup>, 6<sup>e</sup> et 7<sup>e</sup> jours; une chambre de 6 mètres recevant les colles des trois derniers jours; enfin, une chambre de 6 mètres qui contient le calorifère.

Il en résulte que les colles introduites humides à l'une des extrémités du séchoir sont extraites dix jours après par une porte située à l'autre extrémité du séchoir. Ce dernier contient donc la totalité de la fabrication de dix jours, soit l'équivalent de 10.000 kilogrammes de colle sèche.

La température est réglée de telle façon qu'il y a 15 à 20 degrés dans la chambre des trois premiers jours, 40 degrés dans la chambre intermédiaire et 60 degrés dans la chambre des trois derniers jours.

Les colles sont placées sur des filets à la façon ordinaire; elles se rétrécissent en séchant, ce qui fait que l'on peut placer dans la chambre intermédiaire beaucoup plus de colle que dans la chambre aux colles fraîches pour une même étendue superficielle.

On doit remarquer que la lenteur du séchage, surtout dans les premiers jours, est une condition de la bonne qualité du produit.

Les colles de 10 millimètres d'épaisseur qui contiennent de l'eau dans toute leur masse ne doivent pas être soumises à un séchage trop prompt, autrement,

il se formerait à la surface une croute dure et sèche qui emprisonnerait l'eau à l'intérieur et empêcherait le séchage complet.

Le séchage de 1.000 kilogrammes de colle par vingt-quatre heures, c'est-à-dire l'évaporation d'environ 3.000 kilogrammes d'eau nécessite une dépense qui peut s'évaluer de la façon suivante : 3.000 kilogrammes d'eau exigent pour être évaporés, environ  $3.000 \times 600 = 1.800.000$  calories, et en supposant que 1 kilogramme de charbon fournisse utilement 2.000 calories, la consommation en charbon sera de 900 kilogrammes.

D'autre part, la force motrice nécessaire à la marche des hélices est d'environ 10 chevaux et la durée du travail journalier est de quinze heures, ce qui, en supposant une consommation de 2 kilogrammes de houille par cheval et par heure, donne une dépense journalière de charbon égale à  $10 \times 2 \times 15 = 300$  kilogrammes. La dépense totale sera donc pour une journée de travail égale à 1.200 kilogrammes de houille, et si le charbon revient à 25 francs, la dépense en argent sera  $1.200 \times 25 = 30$  francs, soit 0<sup>e</sup>,01 par kilogramme d'eau évaporée.

Un autre procédé de dessiccation repose sur la propriété d'absorption exercée sur la colle par certains sels.

C'est ainsi que, si l'on ajoute à une solution gélatineuse du sulfate d'ammoniaque, du sulfate de magnésie ou de l'hyposulfite de soude, on verra la gélatine se transformer en une masse élastique non fermentescible et ne renfermant plus que 18 p. 100 d'eau.]

En général, la colle forte en gelée peut contenir jusqu'à 90 p. 100 d'eau; lorsqu'elle a été séchée à l'air, cette teneur descend à 12 p. 100 environ; on ne lui enlève plus cette eau qu'en la chauffant à 100 degrés.

La colle traitée par les sels que nous venons de signaler ne perd pas de sa force adhésive, tout en conservant une petite quantité des sels employés.

### **Lustrage de la colle.**

En sortant du séchoir, la colle est terne d'aspect et souvent recouverte d'une poussière blanchâtre qui lui donne une vilaine apparence.

On lui fait alors subir une dernière opération appelée *lustrage*.

Le lustrage s'obtient en trempant une à une les feuilles de gélatine dans de l'eau chaude; puis on les frotte rapidement avec une brosse imbibée d'eau tiède. Lorsque les feuilles sont ainsi nettoyées et lustrées, on les range côte à côte sur une claie, puis on les sèche de nouveau pendant un jour environ.

L'emballage a lieu ensuite avec la précaution de n'expédier que des colles parfaitement sèches.

Certains autres procédés de fabrication des colles précédentes ont été proposés ou mis en usage, nous citerons les principaux.

Briers Senior indique pour la préparation des peaux destinées à la fabrication des colles, les moyens suivants :

Les rognures de peau animale non tannées sont d'abord passées à la chaux

si elles sont fraîches, puis lavées avec soin. On les laisse ensuite tremper pendant deux jours dans de l'eau propre, d'où on les retire pour les placer dans un bain d'eau légèrement blanchie par de la chaux.

Après trois jours de trempage dans ce bain, on les plonge dans un bain d'eau propre où on les laisse séjourner pendant vingt-quatre heures.

Lorsque les rognures employées le sont à l'état sec et ayant été passées à la chaux, on les laisse tremper pendant quatre jours dans de l'eau propre, après quoi, on les lave et on les remet dans de nouvelle eau blanchie à la chaux où on les laisse pendant huit jours, puis on les lave à fond et on laisse reposer pendant vingt-quatre heures dans de l'eau très propre.

Lorsque les rognures sont employées à l'état sec sans avoir été passées à la chaux, on les laisse tremper pendant quatre jours dans de l'eau froide, puis on les lave et on les replonge dans un nouveau bain d'eau pure.

On continue ainsi à les laver en renouvelant l'eau jusqu'à ce qu'elles soient parfaitement ramollies et qu'elles ne teignent plus l'eau. On leur donne alors un lait de chaux dans lequel elles séjournent pendant huit jours; puis elles sont lavées à l'eau claire et replacées dans une seconde eau de chaux où on les laisse pendant un mois.

Retirées de cette seconde eau de chaux elles sont rincées, puis reposent pendant vingt-quatre heures dans de l'eau pure.

Lorsque les rognures proviennent de peaux de chat, de lapin ou de lièvre, elles ne séjournent dans la seconde eau de chaux que pendant dix jours.

Les peaux ou rognures de peaux ayant reposé pendant vingt-quatre heures dans de l'eau pure et ayant été rincées, on les soumet à l'action de pilons ou de cylindres semblables à ceux usités en papeterie au moyen desquels on les triture et on les lave. Après deux ou trois heures elles sont converties en une sorte de filasse visqueuse et blanchâtre. Cette pulpe est mise ensuite à égoutter dans des paniers.

La pulpe est placée alors dans un bain d'eau froide où on fait dissoudre assez d'alun pour aciduler légèrement. On remue bien et on laisse reposer pendant douze heures.

On lave alors la pulpe à grande eau claire, après quoi, on la place dans des paniers en osier pour être traitée ensuite dans l'appareil d'extraction.

On voit que dans ce mode de faire, la peau étant déchirée et broyée à l'état de pulpe, a perdu la solidité et la consistance qui lui font résister longtemps à l'action de l'eau bouillante dans la fabrication ordinaire.

Le lien qui attachait la gélatine à la peau se trouve détruit et celle-là s'isole alors beaucoup plus facilement; il y a là un avantage considérable.

Les opérations ultérieures sont les mêmes; les résidus de fabrication sont moins nuisibles au point de vue de l'hygiène.

Swinbonne a proposé, il y a déjà un certain nombre d'années, d'employer des peaux aussi fraîches que possible et débarrassées du poil.

On les coupe ensuite en petits morceaux minces que l'on fait tremper dans l'eau froide durant six heures environ.

Cette eau, pendant l'immersion, est décantée trois fois ou plus, jusqu'à ce qu'elle soit dépourvue d'odeur et de saveur.

Les matières sont ensuite portées à la chaudière d'extraction, puis chauffées à l'ébullition.

La dissolution est filtrée, puis refroidie sur des dalles en schiste, découpée et séchée.

Lorsque l'on emploie les déchets de cuir de veau qui ont été tannés, on les laisse séjourner dans une eau de chaux assez vieille pendant trente jours; puis on les retire et on les laisse tremper trois ou quatre jours dans de l'eau fraîche renouvelée tous les jours une ou deux fois; les matières sont ensuite lavées et séchées et sont livrées ainsi à l'état de colle brute.

### **Extraction de la gélatine de certains cuirs.**

D'après Stenhouse, on réduit en petits morceaux les rognures de cuir mince, dit *cuir d'empaignes*, et on les fait bouillir avec environ 15 p. 100 de chaux hydratée et une grande quantité d'eau, dans une chaudière à vapeur à 3 atmosphères, jusqu'à ce que le cuir soit complètement dissous.

L'acide tannique s'unit à la chaux et il se forme une solution de gélatine assez concentrée, qui, par l'évaporation, donne une colle d'excellente qualité.

La quantité de gélatine ainsi obtenue est ordinairement de 25 p. 100, mais elle varie dans des limites assez étendues; selon la nature des cuirs, on obtient soit 15 p. 100, soit 35 p. 100.

Les cuirs dits cuirs à semelles ne donnent que des traces de gélatine. On explique ces résultats différents par les modifications que le cuir fort éprouve dans les fosses de tanneries, où il séjourne ordinairement plusieurs mois, tandis que les cuirs d'empaignes sont terminés en quelques semaines.

Les cuirs d'empaignes, même tannés promptement, paraissent aussi subir des modifications semblables par l'effet du temps.

S'ils sont fabriqués depuis plusieurs années, ils ne donnent qu'une petite quantité de gélatine, même lorsque l'on augmente la pression. Ce changement paraît être favorisé par l'exposition à l'air et à l'humidité.

### **Colle au baquet.**

Les peintres emploient pour leurs peintures en détrempe une solution gélatineuse nommée colle au baquet, que l'on prépare au moyen de peaux de lapins, de vieux gants, de rognures des gantiers et des fourreurs, faciles à fondre.

Ces matières sont cuites dans une assez grande quantité d'eau, et la cuisson est conduite avec ménagements, de façon à éviter la coloration de la colle.

Les matières sont renfermées dans un filet métalliques immergé dans l'eau; de cette façon on retient les résidus qui peuvent ensuite être facilement enlevés.

La première cuite seulement est utilisée pour la première qualité de la colle au baquet; on la soutire dans des baquets, où elle se solidifie en partie, conservant encore une consistance molle.

### Colle forte liquide.

L'emploi d'une colle forte liquide est très utile dans une foule de cas. Elle sert notamment à confectionner les perles fausses.

Chaque fois que l'on met en contact à chaud ou à froid une solution gélatineuse avec la plupart des acides minéraux, on obtient un mélange qui, au lieu de se prendre en masse, affecte l'apparence d'un sirop plus ou moins épais.

Quelques sels acides jouissent aussi de cette propriété, mais leur action est généralement limitée.

Le procédé ordinaire consiste à dissoudre au bain-marie de la colle forte de bonne qualité et à ajouter à cette solution un acide minéral faible.

Une des meilleures manières d'opérer est la suivante :

On prend 3 parties de colle forte réduite en petits morceaux; on verse dessus 8 parties d'eau qu'on laisse séjourner pendant quelques heures. On ajoute ensuite demi-partie d'acide chlorhydrique et trois quarts de partie de sulfate de zinc et l'on expose le tout pendant douze heures à la température de 90 degrés.

Le mélange ainsi obtenu ne se prend plus en gelée, et cette colle peut se conserver très longtemps sans s'altérer.

Une autre méthode consiste à prendre un kilogramme de colle forte de Givet et à la faire dissoudre dans un litre d'eau au bain-marie, en ayant soin de remuer constamment.

Lorsque toute la colle est fondue on y verse peu à peu et par fractions 200 grammes d'acide azotique à 36 degrés.

Cette addition produit une effervescence due au dégagement de l'acide hypoazotique.

Lorsque tout l'acide est versé, on agite, puis on retire du feu et on abandonne la masse au refroidissement.

Cette colle ainsi préparée peut se conserver deux ans au besoin sans s'altérer dans un flacon même débouché.

Elle peut s'employer avec avantage dans le laboratoire pour luter les appareils producteurs de gaz.

Ces colles liquides sont aujourd'hui très répandues; elles sont en général à base d'acide azotique.

La colle liquide dite de Russie, encore un peu ferme à la température ordinaire, contient :

Gélatine sèche contenant du sulfate de plomb . . . . .	40,0
Acide azotique hydraté . . . . .	1,5
Eau . . . . .	58,5
	<hr/>
	100,0

## FABRICATION DE COLLES DIVERSES

### Colles à doreurs.

Lorsque l'on veut préparer pour les fabricants de cadres et les doreurs une colle de peau sèche, c'est-à-dire en feuille solidifiée, on procède comme il suit :

De la peau de lapin est hachée très fine et bouillie au bain-marie. La matière est ensuite versée dans une espèce de panier à fond percé en écu-moire. La peau reste sur le fond, le jus s'écoule dans un réservoir placé au-dessous.

On fait alors une dissolution de sulfate de zinc et d'alun, composée de 100 grammes du premier pour 25 grammes du second.

Cette dissolution est versée dans le jus de peau encore chaud, puis on brasse bien le mélange.

On tire ensuite le jus et on le tamise, puis on le verse dans un moule rectangulaire, où la matière se fige.

La pièce ainsi obtenue est détachée et sortie du moule, puis coupée transversalement en deux. On place chaque moitié dans une caisse, où elles sont soumises à l'action de couteaux, qui les débitent en feuilles que l'on fait ensuite sécher.

Ces feuilles ont environ 1 millimètre d'épaisseur et 15 centimètres de côté; elles sont d'un blond clair.

Lorsque l'on veut les employer, on les plonge pendant huit ou dix heures dans l'eau froide; elles gonflent alors et augmentent beaucoup en volume.

On les fait ensuite fondre au bain-marie pour les utiliser.

### Colles de déchets de peaux de moutons.

Pour fabriquer cette colle spéciale, on place les déchets de peaux de mouton dans une eau de chaux assez forte et préparée déjà depuis longtemps.

Les déchets trempent dans cette eau pendant un temps variable, puis sont retirés, lavés et replongés pendant huit jours dans une eau de chaux très légère. Retirés de ce bain, ils sont mis à dégorger pendant quatre jours dans l'eau pure. Enfin on enlève l'excès de chaux par un lavage.

La colle fabriquée ainsi porte le nom de *colle franche* ou *brochette*.

### Colle de pieds de moutons.

Les pieds de mouton sont d'abord dépouillés de leur peau, puis le grand os en est extrait; les pieds sont fendus par le milieu, afin que la partie intérieure puisse sécher facilement.

Les matières sont alors plongées durant deux mois dans de la chaux ayant



déjà servi. Puis elles sont retirées et mises en contact avec un lait de chaux vive, où on laisse reposer pendant une semaine.

Les pieds sont ensuite lavés et replongés pendant trois jours dans de l'eau fraîche, et enfin envoyés au séchoir.

La colle ainsi fabriquée est d'un prix inférieur.

### **Colle de pieds de bœuf.**

On peut, au moyen de cette matière première, préparer des colles fortes à un prix de revient plus bas que celui des gélatines ordinaires, tout en obtenant un produit qui, bien que d'une couleur très foncée, est supérieur aux colles fortes brunâtres ordinaires.

Ce produit n'est pas gonflé par l'eau froide, qui le transforme au contraire en une sorte de sirop épais.

Lorsque l'on veut fabriquer cette colle, on emploie des pieds de bœuf débarrassés des onglons, que l'on charge dans des vases clos où ils sont traités par un courant de vapeur à 3 atmosphères agissant pendant deux heures.

Au bout d'une demi-heure de repos, la graisse surnageante est enlevée et la solution gélatineuse obtenue est fortement ammoniacale.

Après un filtrage soigné, on concentre la masse au bain de vapeur et l'on obtient finalement un produit noirâtre très fragile.

Cette colle, bien que d'un aspect peu agréable, peut être souvent d'un emploi très avantageux.

La cuisson des colles peut aussi se faire dans le vide; on évite ainsi certains inconvénients dus à la présence de la chaux.

On emploie dans ce cas des appareils analogues à ceux usités dans la raffinerie du sucre.

### **Emploi de l'acide sulfureux.**

En général, lorsqu'on traite les colles matières au moyen de l'acide sulfureux, on doit employer de préférence les brochettes, les effleurures et les rognures de peau.

Ces diverses matières, placées dans de l'eau pure, y séjournent jusqu'à ce que la fermentation commence.

Lorsqu'elles en sont arrivées à ce point, on les lave et on les bat pour les débarrasser de toutes les impuretés; elles sont ensuite immergées dans une dissolution d'acide sulfureux.

Au bout de vingt-quatre heures, la liqueur a perdu l'odeur sulfureuse et l'eau est devenue salée.

Les matières sont alors enlevées soigneusement, puis lavées et plongées à nouveau dans une même dissolution d'acide sulfureux, puis lavées à fond.

Après cette seconde macération, toutes les impuretés colorées ont disparu si l'odeur de l'acide sulfureux persiste. On peut alors procéder à la transformation en gélatine.

Pour cela, les matières sont transportées avec de l'eau dans des vases en bois remplis presque entièrement, que l'on ferme ensuite, puis qu'on laisse dans un endroit chaud durant plusieurs heures.

La partie liquide est alors décantée ou soutirée; ce liquide, après s'être refroidi, se transforme en gelée parfaitement incolore et prête à être employée.

La gélatine ainsi fabriquée, est incolore, très pure et de bonne qualité. Elle se conserve bien dans des vases hermétiquement clos, mais l'air la décompose promptement en la couvrant de champignons.

### **Emploi du chlore.**

Les colles matières sont, dans ce cas, tout d'abord laissées en contact avec de l'eau froide pendant plusieurs jours, jusqu'à commencement de fermentation; elles sont ensuite battues fortement dans l'eau et lavées, puis amenées dans des cuves en bois hermétiquement closes et recouvertes par de l'eau chlorée.

Cette eau chlorée se prépare de la façon suivante :

Pour 1.000 kilogrammes de colle matière, on délaye dans 100 litres d'eau 5 kilogrammes de chlorure de chaux, auxquels on ajoute 40 kilogrammes d'acide chlorhydrique. Le tout est fortement agité.

Ce mélange est ensuite ajouté aux matières et le tout est énergiquement brassé. Finalement on laisse reposer pendant vingt-quatre heures.

Lorsque les matières renferment des produits provenant du bœuf ou du veau, on doit prolonger la macération jusqu'à ce que le tout soit parfaitement incolore. Si l'on renouvelle plusieurs fois, on doit laver à l'eau froide entre chaque opération.

Les matières sont ensuite transportées dans une cuve spéciale, puis arrosées d'eau bouillante; la cuve est alors fermée et la température est maintenue à 50 degrés par un courant de vapeur.

Après vingt-quatre heures d'immersion, le liquide gélatineux s'est formé; on le passe au travers d'un tamis.

Les matières sont reprises de la même façon une seconde et une troisième fois; on obtient ainsi plusieurs solutions gélatineuses, que l'on mélange ensemble et que l'on concentre pour les transformer en colle forte.

### **Colle à bouche.**

On nomme ainsi une gélatine sèche employée à froid dans l'art du dessin.

Elle se prépare par la macération en présence de très peu d'eau d'une colle forte de bonne qualité. Quand cette dernière est ramollie, on chauffe l'eau, et la dissolution s'opère.

A ce moment une certaine quantité, environ 10 p. 100 de sucre blanc est ajoutée, et le chauffage continue jusqu'à ce que le tout soit homogène et transparent.

On retire ensuite du feu, puis, dès que la colle commence à se figer, on ajoute un peu d'huile de citron pour la parfumer, et l'on s'empresse de la couler dans un moule en forme de parallépipède, tel qu'un nombre entier de tablettes ayant les dimensions voulues y soit contenu.

La colle étant complètement solide ou en gelée très ferme, est détachée du moule, puis divisée en petites lames ayant environ 5 millimètres d'épaisseur au moins.

Cette division se fait de la même façon et avec les mêmes machines que pour les grosses tablettes de colle forte.

Quand la division horizontale est terminée, on recommence pour chaque lame dans l'autre sens; on obtient ainsi de petites tablettes rectangulaires qui sont placées sur des tôles de fer-blanc légèrement frottées avec du mercure. Cette précaution est nécessaire pour empêcher la colle de s'attacher au métal.

Le séchage a lieu ensuite dans une étuve à température moyenne.

## GÉLATINE ET COLLE EXTRAITE DES OS

Les os des animaux, comme nous l'avons indiqué précédemment, sont composés de parties minérales et de parties organiques; parmi ces dernières se trouve une abondante quantité de gélatine.

Trois procédés principaux sont employés ou ont été proposés pour extraire des os de la gélatine. Ce sont :

*Le procédé par simple ébullition.*

*Le procédé dans lequel on emploie la vapeur d'eau.*

*Le procédé qui utilise l'action des acides.*

En général, les grandes fabriques qui traitent les os pour en extraire la gélatine sont outillées également pour transformer les résidus osseux soit en phosphates particuliers destinés à l'agriculture, soit en noir animal, soit enfin en phosphore.

Nous n'avons pas à nous occuper de ces diverses industries; toutefois nous serons cependant amené à dire quelques mots de la première d'entre elles, la fabrication des phosphates ou superphosphates pour engrais.

Il n'y a pas bien longtemps d'ailleurs que ces industries, d'abord localisées entièrement dans quelques mains, se sont étendues et développées.

L'application des principaux procédés d'extraction, surtout celui dans lequel on emploie les acide, est récente relativement.

Nous avons donné précédemment quelques détails sur la nature des os employés, sur leur composition, nous n'y reviendrons pas.

En général, dans les grandes usines dont nous venons de parler, les os, à leur arrivée, sont d'abord soumis à un triage qui a pour but de séparer les matières étrangères, particulièrement les morceaux de fer et les pierres, et aussi de mettre de côté certaines espèces pour des fabrications spéciales.

La plus grande masse à la sortie du triage est jetée dans des machines à broyer, qui sont de diverses natures.

Bien que ce broyage ne soit pas toujours nécessité par les diverses méthodes de traitement qui vont suivre, ou qu'il n'ait lieu qu'après l'extraction de la gélatine, nous résumerons cependant ici ce que nous avons à dire de ces machines.

Un des plus anciens moulins à os employés pour la trituration de ces matières est représenté figures 48, 49.

C'est un moulin à noix dans lequel les deux surfaces triturantes ou travaillantes affectent approximativement la forme d'un tronc de cône, l'une mobile et pleine, l'autre fixe et creuse concentrique à la première.

On voit que la meule mobile, ainsi que son enveloppe fixe, sont formées d'un certain nombre de parties en fonte maintenues ensemble. De cette façon, ces parties peuvent être facilement enlevées pour être au besoin remplacées par d'autres quand le besoin s'en fait sentir.

La figure 18 est une section verticale du moulin.

La figure 19 est une section horizontale de l'appareil.

Les organes qui composent la machine reposent sur une plaque en fonte M boulonnée sur une charpente N.

Des paliers *m* sont fixés sur cette plaque.

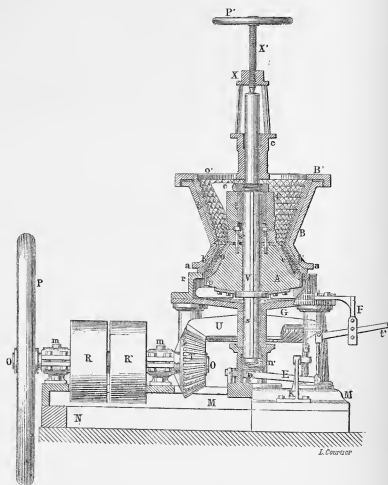


Fig. 18.

L'arbre horizontal O reçoit à son extrémité un volant P et les deux poulies fixe et folle RR'.

Un pignon d'angle T calé à l'autre extrémité de l'arbre O engrène avec une roue U fixée à l'arbre vertical ou fer de meule V. Ces deux roues doivent toujours tourner ensemble.

Une crapaudine *n* reçoit le pivot de l'arbre *V*; elle peut glisser dans une boîte *m'* fixée sur la plaque *M*.

La meule ou noix *A* est clavetée sur l'arbre *V*. Elle consiste en un bloc de fonte que revêtent des plaques *o* formant les sections travaillantes, également en fonte.

On voit que cette meule affecte la forme d'un tronc de cône.

L'enveloppe du moulin est formée aussi par un certain nombre de surfaces travaillantes en fonte fixées bord à bord et qu'entoure une enveloppe extérieure *B*.

A l'intérieur de cette enveloppe sont fixées les sections dont les portions inférieures sont placées entre le rebord *a* de l'enveloppe *B* et le rebord *r* de l'anneau *W*.

L'enveloppe affecte donc la forme de deux cônes tronqués reliés par leur petite base.

On voit que l'arbre *V* est garni par une longue clef *s*, qui se trouve logée dans une mortaise pratiquée dans le bloc *A* de la meule.

Au manchon *t* qui tourne avec l'arbre se trouve fixé le briseur formé par un moyeu *C* muni de saillies *e*.

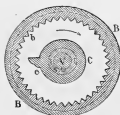


Fig. 19.

Un écrou vissé sur une partie taraudée de l'arbre *V* réunit le briseur, le manchon *t* et un anneau *s'*.

Le levier *E*, qui passe au travers d'une rainure pratiquée dans la boîte *n'* est suspendu par une extrémité sur un goujon fixé à la boîte.

Enfin une vis adaptée à un écrou sur le support *K*, sert à limiter le mouvement ascensionnel du levier *E'*.

Avant de mettre le moulin en mouvement, on dispose le contrepoids du levier *E'*, de façon à ce qu'il puisse équilibrer au moins l'arbre vertical *V*, sa meule *A* et le briseur *C*.

L'arbre *V*, sa meule et son briseur étant mis en mouvement, on introduit les os par les ouvertures; ils arrivent ensuite dans l'espace annulaire conique formé par les sections *b*.

L'action combinée des dents de ces sections et du briseur broie alors les matières, qui pénètrent peu à peu dans l'espace existant entre les plaques *O* de la meule et celles de l'enveloppe, et sortent ensuite du moulin au degré de pulvérisation que l'on a voulu atteindre.

Le broyeur Carr, également très employé dans ces sortes de fabriques, est représenté figures 20, 21.

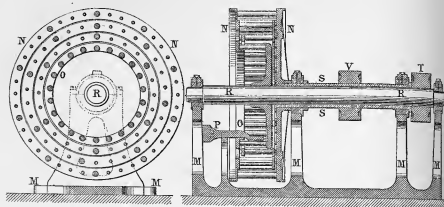


Fig. 20.

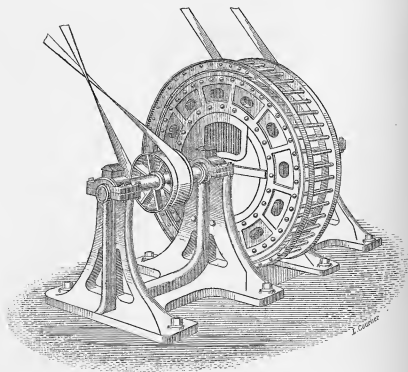


Fig. 21.

Cette machine se compose essentiellement de quatre disques annulaires de

diamètres différents, réunis parallèlement deux à deux par des barres de fer horizontales.

Ces barres sont fixées perpendiculairement à la surface des disques tout autour de leur périphérie, de manière à former deux cages cylindriques à claire-voie qui sont placées l'une dans l'autre.

Les deux cages sont traversées à leur centre par un arbre horizontal sur lequel est fixée la cage intérieure, tandis que la cage de plus grand diamètre est montée sur un manchon mobile que traverse l'arbre précédent.

L'arbre et le manchon tournent en sens inverse et la disposition des disques est telle que l'on obtient un mouvement croisé par suite de la rotation des deux systèmes de barreaux.

Enfin une lame de fer très solide, fixée au bâti de la machine, au-dessous de l'arbre et parallèlement à sa direction, pénètre dans la cage intérieure où elle joue le rôle d'un couteau chargé de briser les fragments trop volumineux.

La machine étant mise en mouvement, on introduit les matières à broyer dans la cage intérieure au moyen d'une trémie qui débouche dans la partie centrale. Là elles rencontrent les barreaux qui sont animés d'une grande vitesse et la force centrifuge, qui sert en quelque sorte de distributeur, chasse les fragments d'un barreau sur l'autre jusqu'à ce qu'ils sortent dans un état complet de pulvérisation si l'on en a besoin.

On obtient ainsi une poussière plus ou moins fine suivant la vitesse avec laquelle on fait tourner l'appareil.

MM représente le bâtis de la machine.

NN disques extérieurs réunis par des barreaux et formant la première cage.

OO disques intérieurs également réunis par des barreaux et formant la seconde cage.

P couteau fixé à l'un des paliers du côté de l'entrée des matériaux.

R arbre moteur de la cage intérieure tournant dans un sens.

S Manchon moteur de la cage extérieure, traversé par l'arbre R et tournant dans l'autre sens.

T poulie calée sur l'arbre R et lui transmettant le mouvement.

V poulie motrice du manchon S.

Cet appareil se construit de diverses grandeurs, suivant le travail qu'on veut lui faire produire.

La machine représentée figure 22 est un broyeur granulateur dont le fonctionnement est basé sur des principes tout différents et portant le nom de M. Weidknecht.

Cet outil peut broyer indifféremment des corps durs ou tendres sans mettre en jeu aucun des modes d'action connus : écrasement entre des mâchoires, concassage par des pilons, broyage entre les cylindres, etc.

Ce broyeur consiste en une série de marteaux ou fléaux articulés entièrement libres, c'est-à-dire oscillant sur les axes et frappant à la volée la matière introduite dans l'appareil.

L'imitation du travail de l'homme a donc été le point de départ et le but de l'invention de cet appareil.



Les marteaux mobiles animés d'une grande vitesse frappent à la volée les matières à broyer.

Le produit est lancé sur le plafond de l'appareil, où il rencontre une traverse ou parachoc qui a pour but de retenir les gros morceaux qui retombent jusqu'à complète réduction.

Les parties concassées sont projetées sur des grilles en acier percées de trous à la dimension demandée.

Ces grilles ou tamis laissent échapper la matière, quand elle est arrivée au point voulu, puis les marteaux agissant comme autant de pelles, enlèvent la matière concassée et la projettent à nouveau le long des grilles.

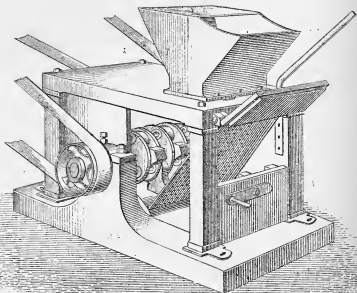


Fig. 22.

Les matières suffisamment broyées passent par les trous des grilles et celles plus grosses redescendent en se tamisant et sont reprises par les marteaux, concassées à nouveau, puis rejetées jusqu'à parfaite réduction des morceaux, ce qui est pour ainsi dire instantané.

Grâce à la mobilité des marteaux, si une résistance trop grande vient à se présenter, ils cèdent, c'est-à-dire oscillent simplement sur leur axe, autour duquel ils sont complètement fous, ce qui évite toute chance de rupture.

En raison de la mobilité des marteaux, ces appareils n'exigent qu'une force motrice assez minime.

Enfin nous donnons (figure 23) un autre concasseur pouvant très bien être utilisé pour concasser les os ou les phosphates; nous n'insisterons pas, la figure montrant bien comment fonctionne l'appareil

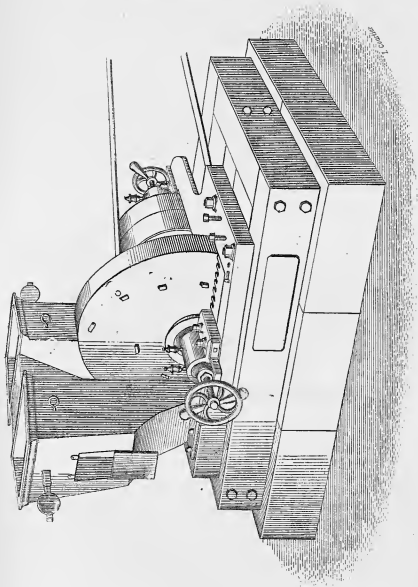


Fig. 23.

### **Extraction par simple ébullition.**

Dans ce procédé de fabrication, on peut employer toute espèce d'os.

Ces os sont d'abord broyés et réduits en poudre au moyen de l'un des appareils que nous venons de décrire.

La poudre ainsi obtenue est placée dans une chaudière en cuivre emboîtée complètement dans un fourneau en briques, et de façon à ne laisser de place au-dessus des os que pour une épaisseur d'eau de quelques centimètres.

Lorsque la couche d'os est recouverte d'eau, on allume le feu et l'on porte à l'ébullition. Cette ébullition se prolonge pendant une douzaine d'heures, puis on enlève la chaudière et on la laisse refroidir et reposer.

Au bout de quatre heures de repos, le mélange est devenu clair; on décante alors la partie liquide, puis on recommence avec de nouvelle eau fraîche l'opération de l'ébullition.

Le premier liquide gélatineux est transporté dans des bassines peu profondes chauffées modérément de façon à concentrer et à épaissir la matière avec précaution.

Quant à la liqueur provenant du second traitement, elle est versée dans des sacs en toile que l'on presse énergiquement; le liquide qui s'écoule est mélangé dans les bassines avec celui de la première cuisson.

Le résidu calcaire est employé comme engrais.

La matière concentrée dans les bassines, ayant acquis une consistance sirupeuse est coulée dans des moules d'où on l'extrait après refroidissement.

Ce procédé de fabrication est fort imparfait, une notable quantité de gélatine est perdue, il est donc remplacé industriellement par les suivants.

### **Extraction par la vapeur.**

Il faut remonter à Papin, en 1684, pour voir les os traités pour la première fois par la vapeur d'eau dans le but d'en extraire la gélatine.

C'est, en effet, Papin qui le premier observa que les os, malgré leur résistance apparente se laissaient ramollir par la vapeur à haute tension. Il employait pour cela l'appareil qui porte son nom : la marmite de Papin.

Mais ce ne fut que vers la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle que certains savants et philanthropes, au nombre desquels on doit citer Rumfort, Parmentier, Cadet de Vaux, etc., firent les plus grands efforts pour développer cette fabrication de la gélatine d'os dans le but de la faire entrer dans l'alimentation humaine.

Certaines fabriques furent fondées dans ce but; elles employèrent des chaudières autoclaves tout à fait semblables à la marmite de Papin.

Mais l'emploi de ces appareils présentait de grands inconvénients.

Vers 1820, Vardlez se servait d'une grande sphère ou globe en tôle. Les os étaient placés dans l'intérieur, une grille les empêchait de descendre dans la partie inférieure.

Cette sphère roulait sur deux tourillons, dont l'un creux servait de conduite de vapeur. Le mouvement de rotation mettait constamment les os en contact avec la gélatine, au fur et à mesure de sa formation.

On la retirait ensuite par un robinet placé au-dessous de la grille, puis après l'avoir dégraissée on la versait à nouveau dans la sphère où on la laissait jusqu'à ce qu'elle eût acquis la concentration voulue.

Cette gélatine était clarifiée ensuite par une petite quantité d'alun, puis transformée en tablettes.

Mais ce procédé avait l'inconvénient, d'une part, de fournir de la gélatine colorée; d'autre part, de ne pas faire disparaître suffisamment les sels de chaux qui lui restaient combinés.

Ce fut d'Arcet qui, au commencement de ce siècle, apporta au procédé de Papin le perfectionnement le plus important.

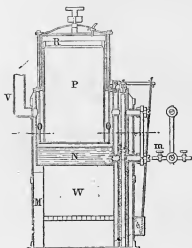


Fig. 24.

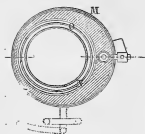


Fig. 25.

Il avait d'ailleurs pour but comme ses prédécesseurs la fabrication de la gélatine alimentaire.

Après plusieurs essais plus ou moins infructueux, le premier appareil réellement pratique fut installé par d'Arcet, à la Monnaie de Paris, sous la direction de Puymaurin.

Cet appareil représenté figures 24, 25, 26, 27, 28, 29 était portatif ou fixe.

La figure 24 est une coupe verticale de l'appareil portatif.

La figure 25 est une coupe horizontale.

La figure 26 est le plan général complet de l'appareil à deux chaudières.

La figure 27 représente les tuyaux distributeurs de vapeur.

La figure 28 est une coupe verticale du fourneau et des marmites, dont l'une est vue en élévation.

La figure 29 est une coupe latérale du fourneau, de la chaudière et de l'une des marmites.

M représente le fourneau convenablement percé pour livrer passage aux diverses pièces de l'appareil.  
N est une chaudière à vapeur.

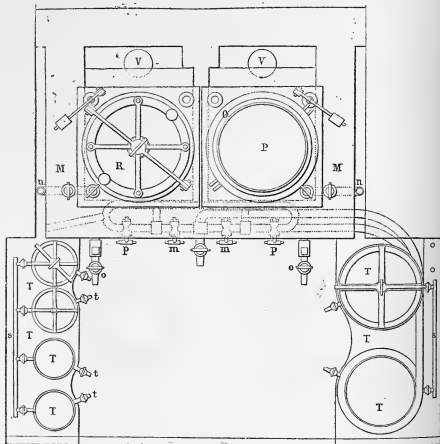


Fig. 26.



Fig. 27.

O est une chaudière plus petite que la précédente, logée dans son intérieur et lui servant de couvercle. Elle est destinée à recevoir le bain-marie ou le bain de vapeur.

P est la marmite pour la cuisson des aliments munie du couvercle R.

S tuyau distributeur de vapeur.

T cylindres en fer-blanc dans lesquels s'opère l'extraction de la gélatine. Deux de ces cylindres ont une capacité double de celle des autres. On peut donc considérer leur ensemble comme formant quatre capacités égales.

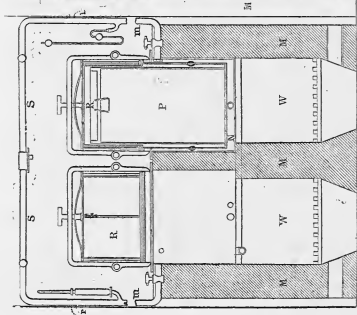


Fig. 28.

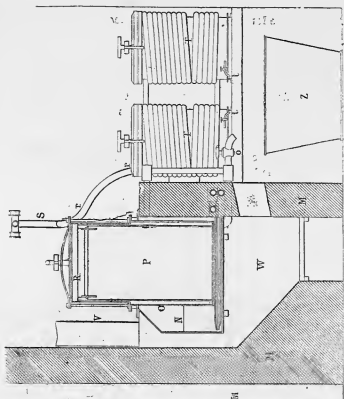


Fig. 29.

Ces quatre cylindres sont nécessaires parce que ce n'est qu'au bout de quatre-vingt-seize heures que les os se trouvent entièrement dépouillés de tous leurs principes nutritifs.

On renouvelle alternativement toutes les vingt-quatre heures les os de chacun des cylindres. On mêle les dissolutions obtenues et l'on a ainsi une dissolution moyenne constante.

Les petits cylindres sont construits d'après les proportions les plus convenables pour la condensation; elle est activée dans les grands cylindres par des serpentins en plomb qui les entourent.

L'eau renfermée dans leur partie inférieure et chauffée à 100 degrés au moyen de la chaleur perdue se rend dans la chaudière, active et régularise la marche de l'appareil et diminue la consommation de combustible.

V tuyau de fumée.

W foyer assez grand pour pouvoir marcher toute une nuit.

Z baquet pour recevoir la solution gélatineuse.

m robinets pour l'introduction de l'eau.

p robinets pour l'introduction de la vapeur.

o robinet de vidange de la chaudière.

n tuyau de sortie de la vapeur.

r tuyau conduisant la vapeur dans les cylindres.

s tuyau d'introduction de la vapeur dans les cylindres.

t robinets pour extraire la dissolution.

Dans ce système de production de la gélatine, les os étaient concassés en très petits fragments avant d'être introduits dans l'appareil.

L'appareil monté dans le même but par d'Arcet à l'hôpital Saint-Louis est représenté figures 30, 31, 32, 33, 34.

La figure 30 montre en élévation les quatre cylindres en fonte dont se compose une batterie.

QR est la coupe (figures 32, 33) d'un panier ou réseau métallique rempli d'os qu'on introduit dans le cylindre.

S est le tube communiquant avec le générateur de vapeur et qui amène la vapeur dans la partie inférieure du cylindre.

T est un robinet placé sur le tuyau précédent servant à régler l'arrivée de vapeur.

UU tuyau servant à introduire l'eau dans l'intérieur du cylindre.

W robinet servant à régler la quantité d'eau que l'on fait arriver dans l'appareil.

A tube en étain entrant à frottement dans la partie B du tube U. L'extrémité C de ce tube est fermée, mais dans la partie inférieure se trouve un trou D qui amène l'eau d'injection au centre du cylindre.

Ce tube mobile s'enlève quand on veut introduire le panier, puis se replace lorsque ce dernier est descendu.

La figure 31 représente l'appareil complet en élévation. Les quatre cylindres

MNOP sont élevés au-dessus du sol d'environ 0<sup>m</sup>,500.

m sont les couvercles mobiles des cylindres.

nn sont des tubulures par lesquelles on introduit les thermomètres.

pp robinets de vidange permettant d'extraire la solution.

r gouttière en fer-blanc recevant les solutions de toutes les petites gouttières placées sous les robinets de vidange et les amenant dans le vase s.

Les figures 32, 34 sont une élévation et une coupe latérales de l'appareil.

La gélatine destinée à l'alimentation doit être préparée très soigneusement et très proprement.

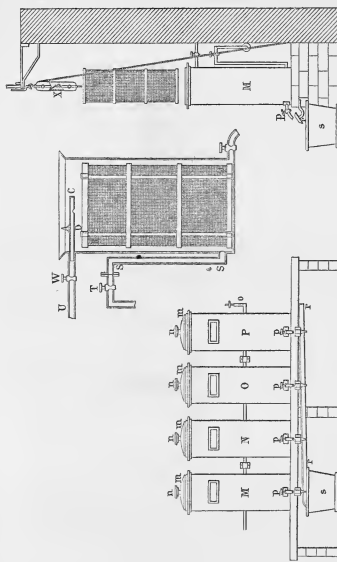


Fig. 32.

Fig. 31.

Fig. 30.

Les os employés doivent avant tout être propres et aussi frais que possible, sans odeur bien entendu.

Ceux qui sont préférables sont les os de bœuf. On peut également employer



les os de veau, de mouton et de porc, mais à la condition de leur faire subir certains traitements particuliers.

Lorsque l'on veut fabriquer des tablettes de bouillon, il est inutile d'enlever les cartilages, les tendons et les restants de chair encore adhérents aux os, pourvu que ces matières soient fraîches et bien saines.

Si l'on veut, au contraire, fabriquer de la gélatine pure, on doit nettoyer

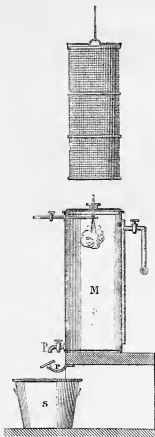


Fig. 33 et 34.

complètement les os, sans quoi la gélatine produite serait louche et laiteuse.

Les os, comme nous l'avons dit, sont tantôt broyés et concassés dans les machines décrites, tantôt concassés à l'aide de hachettes, avant leur introduction dans les cylindres.

Le cylindre qui doit servir à l'extraction étant bien nettoyé, on descend le panier rempli d'os concassés, et, sans placer l'obturateur, on introduit la vapeur pendant au moins une demi-heure ou plus longtemps, si les os ne sont pas très frais. On parvient ainsi à enlever à ces derniers une odeur fade et désagréable que la solution gélatineuse conserverait sans cette précaution.

Le cylindre est alors hermétiquement fermé et l'on ouvre le robinet inférieur de vidange, assez pour que la solution s'écoule mais pas assez cependant pour que la vapeur puisse s'échapper.

Pendant les deux premières heures, la graisse des os s'écoule avec l'eau de condensation. On la recueille à part.

Vient ensuite la dissolution gélatineuse, qui est recueillie dans des vases, au fur et à mesure que ces derniers se remplissent, elle doit être promptement portée dans un lieu frais.

Si la quantité d'eau fournie par la vapeur condensée n'est pas assez grande pour amener la dissolution au degré voulu, on complète cette quantité par une injection d'eau froide.

Pour épuiser complètement les os, on doit les exposer pendant quatre jours entiers à l'action de la vapeur.

Le résidu osseux enlevé dans le réseau métallique est refroidi et étalé pour qu'il puisse sécher complètement avant d'être livré à la fabrique d'engrais ou de noir animal.

La solution gélatineuse doit être sans odeur ni saveur. On la reçoit dans des vases très propres en fer-blanc ou en grès. La conservation est facilitée en l'acidulant légèrement par de l'acide tartrique ou par du vinaigre. On lui donne ainsi plus de facilité pour se prendre en gelée.

Lorsque, au lieu de solution gélatineuse, on veut préparer de la gelée, on fait marcher l'appareil un peu différemment.

Le cylindre est alors recouvert par une couverture de laine après qu'il a été chargé d'os neufs. Le robinet d'injection d'eau froide est fermé, et le robinet de vidange n'est ouvert que toutes les heures.

La dissolution se concentre assez pour se prendre facilement en gelée; elle est ensuite clarifiée avec de l'albumine et légèrement acidifiée avec de l'acide citrique.

Les résultats moyens de ces traitements sont les suivants pour 100 kilogrammes d'os :

Gélatine . . . . .	28
Graisse. . . . .	7
Résidu osseux. . . . .	65
	<hr/> 100

La gélatine alimentaire se fabrique encore au moyen du procédé suivant, qui porte le nom de Roper.

Un cylindre de digesteur est chargé d'os, broyés ou même pulvérisés; pour 100 kilogrammes d'os on ajoute 60 litres d'eau. Le digesteur est hermétiquement fermé; on y fait arriver de la vapeur à la pression de 1 1/2 atmosphère. Au bout d'une heure on amène progressivement la pression à 2 1/2 atmosphères, et on la maintient pendant quatre heures.

La gélatine est alors soutirée. Dans le cas où l'on a employé des os pulvérisés, on doit procéder à un filtrage de la solution.

On coule ensuite la matière dans des moules en fer-blanc et on les fait sécher

sur des filets. Puis on la lave, on la dissout à la vapeur et on lui ajoute une certaine quantité de sucre et d'essence de citron.

Cette gélatine se conserve dans de petits pots.

En 1870, M. Fremy conseilla de faire entrer l'osséine dans l'alimentation.

On fabriqua également à cette époque une gelée d'os qui, dissoute dans l'eau chaude, produisait immédiatement du bouillon, d'où le nom qu'on lui donna de *bouillon solide*.

Cette matière alimentaire s'obtient également à l'aide de la chaudière autoclave.

Le tissu osseux soumis à l'action de la vapeur à faible pression abandonne, comme nous venons de le voir, d'abord la graisse dont il est imprégné, en second lieu les produits gélatineux. Ces derniers se dissolvent dans la vapeur qui se condense. L'extraction peut être poussée plus loin, plus rapidement, et l'on obtient des produits plus purs et moins colorés si l'on opère non plus avec de la vapeur seule, mais avec de l'eau chaude sous pression.

La température peut dans ce cas être portée jusqu'à 130 degrés. L'appareil employé consiste en un cylindre autoclave ayant 0<sup>m</sup>,600 de diamètre et 1 mètre de hauteur.

Ce cylindre peut se renverser autour d'un axe horizontal comme un cylindre oscillant de machine à vapeur. Par l'un des tourillons arrive la vapeur qui se rend au bas de l'appareil, et par l'autre tourillon est amenée l'eau qui afflue au contraire à la partie supérieure.

Les os convenablement concassés et lavés sont placés dans le cylindre. La première action de la vapeur fait fondre la graisse, qui s'écoule par un robinet inférieur.

On introduit l'eau, puis au bout d'un temps assez court on recueille par le même robinet la solution gélatineuse.

Cette solution est alors concentrée, si besoin est, dans une chaudière à vapeur à double fond, et associée à une infusion de céleri ou autres aromates que l'on emploie pour faire le bouillon.

Refroidie à l'air, elle se prend en masse et peut alors être coupée en tranches.

Un kilogramme de bouillon solide peut fournir 35 litres de bouillon ordinaire.

On n'est pas encore bien fixé sur la valeur nutritive de la gélatine, qui cependant a rendu de grands services pendant la guerre de 1870. Nous avons vu qu'elle ne renfermait en moyenne que 17 pour 100 d'azote.

Pendant longtemps, à la suite des travaux de d'Arcet, on a cru avoir dans la gélatine une matière pouvant entrer d'une façon normale dans l'alimentation publique. Ce savant estimait que 40 grammes de gélatine pouvaient remplacer 1 kilogramme de viande ordinaire, et correspondaient à 1 litre d'eau pour bouillon ordinaire. Il avait donné pour obtenir 192 rations de bouillon la formule suivante :

Viande . . . . .	6	kilogrammes.
Gélatine brute sèche . . . . .	2 <sup>50</sup> / <sub>25</sub>	
Eau . . . . .	100	litres.
Sel marin . . . . .	2	kilogrammes.
Légumes et assaisonnement . . . . .	8 à 10	—

Nous n'avons pas à parler ici des extraits de viande qui portent le nom de Liebig; mais nous rappellerons pour terminer ce sujet que la gélatine et l'osséine sont des substances isomères ayant des propriétés différentes. Il y a entre elles une différence considérable au point de vue de l'alimentation.

Dans l'acte digestif, une substance insoluble comme l'osséine doit se comporter autrement que la gélatine soluble.

L'osséine prise seule ne peut pas être alimentaire pendant longtemps. Sous ce rapport, elle ne diffère pas de la fibrine, de la caséine et de l'albumine; mais en l'associant à d'autres corps qui complètent son action physiologique, l'osséine peut, croyons-nous, jouer dans l'alimentation le même rôle que les substances azotées généralement employées.

### Appareil d'Arcet perfectionné.

M. Malepeyre a perfectionné l'appareil de d'Arcet, tout en conservant le principe sur lequel il est fondé, dans le but de le rendre plus pratique et plus facilement applicable dans la fabrication en grand de la colle forte.

La figure 35 représente cet appareil.

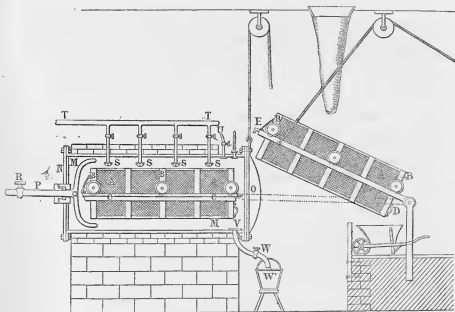


Fig. 35.

M est un gros cylindre en fonte couché dans une maçonnerie de briques, dont la surface est ainsi bien protégée et à l'abri des pertes de chaleur.

Ce cylindre représenté avec la moitié antérieure enlevée, est ouvert aux deux bouts et fermé à l'extrémité postérieure par un couvercle N retenu par des

boulons, puis à son extrémité antérieure par un couvercle bombé O retenu par une fermeture spéciale.

Le couvercle postérieur N est percé au centre pour livrer passage au tuyau P qui vient du générateur, amène la vapeur dans le cylindre et la distribue à son intérieur par quatre branches à angle droit l'une par rapport à l'autre.

Ce tuyau traverse une boîte à étoupes; il est muni d'un robinet R pour admettre ou arrêter la vapeur.

Le couvercle antérieur O est pourvu d'un crochet qui sert à le relever au-dessus du massif.

Le cylindre M est percé de plusieurs ouvertures :

1° Quatre ouvertures S pour le passage des tubes d'eau froide pourvus à leurs extrémités de pommes d'arrosoir, et qui reçoivent cette eau d'un gros tuyau T régnant sur toute la longueur du cylindre.

Ces injections d'eau froide sont très favorables à l'extraction de la gélatine.

2° Une autre ouverture pour le passage d'un tube à robinet U, qui sert à évacuer la vapeur et à faire cesser toute tension dans le cylindre quand on veut l'ouvrir;

3° Un trou à douille pour le passage d'un thermomètre;

4° Un trou V par lequel on dispose un ajutage à robinet W pour pouvoir évacuer les liquides rassemblés sur le fond du cylindre.

Le cylindre est disposé légèrement en pente sur le devant dans son enveloppe en briques, tant pour favoriser l'écoulement du liquide par l'ajutage W dans la gouttière W', que pour faciliter la sortie du chariot ou du panier.

A l'intérieur du cylindre, on introduit en effet un chariot ou panier se composant d'une carcasse en fer où l'intervalle entre les côtes de la carcasse est fermé par de la toile métallique.

Sur les côtes extrêmes et moyennes de cette carcasse sont rivés des axes portant chacun deux galets BB de même forme, roulant sur des rails CC, boulonnés sur les côtés de la surface concave du cylindre, de façon que l'on peut à volonté soit faire sortir le chariot du cylindre en le tirant au moyen de crochets par les poignées D, soit l'y faire rentrer en le poussant à la main et le faisant rouler sur les rails.

C'est dans ce chariot ou panier que sont déposés les os que l'on doit soumettre à l'action de la vapeur.

Pour pouvoir manœuvrer le chariot avec facilité quand on le sort du cylindre après l'épuisement des os pour enlever les résidus, ou quand on le charge et qu'on l'introduit à nouveau dans le cylindre, une disposition particulière est adoptée.

Devant le cylindre se trouve un châssis de décharge, composé de deux rails pouvant basculer à leur extrémité sur un axe monté sur des colonnes.

Dès que le chariot est hors du cylindre, les crochets E s'engagent sur la traverse postérieure du châssis et ne lui permettent pas d'aller plus avant, même quand on le penche.

Au moyen d'une corde passant sur une poulie et se rendant à un petit treuil on peut faire basculer le châssis, et quand il est à une certaine hauteur on ouvre la partie antérieure, puis on fait tomber tous les résidus dans une brouette.

Après cette manœuvre, le chariot est redescendu et chargé à nouveau d'os frais ou conservés. On le repousse ensuite dans le cylindre, puis on redescend le couvercle bombé, on ajuste la fermeture, on ouvre le robinet de vapeur R et on recommence l'opération.

En multipliant les cylindres ainsi que les châssis mobiles, on peut arriver à travailler d'une manière continue et à obtenir des solutions gélatineuses d'une force donnée de 4 en 4, de 6 en 6, ou de 12 en 12 heures.

Enfin, avant de parler du traitement des os par les acides, nous dirons quelques mots d'un autre appareil à vapeur reposant sur les anciens essais de Briers.

La figure 36 montre cet appareil en coupe verticale.

**M** Est une chaudière cylindrique ayant une longueur d'environ 6 mètres sur un diamètre de 2 mètres. Les extrémités sont hémisphériques. Cette chaudière en tôle est timbrée à 7 atmosphères.

**N** Est un tambour sphérique également en forte tôle, de 3 mètres de diamètre et timbré aussi à 7 atmosphères.

Cette capacité est destinée à rendre les os friables par un courant de vapeur venant du générateur M.

Un trou d'homme **O** sert à visiter le tambour.

**P** Est un axe en fer qui traverse le tambour N et peut tourner dans les coussinets **Q**.

L'un des bouts de cet axe est percé de façon à lui permettre de communiquer avec le conduit de vapeur R.

**S** Est un engrenage permettant de donner au tambour N un mouvement de rotation.

**T** Est un tamis en fonte percé d'un grand nombre de petits trous. Ce tamis peut se placer ou s'enlever à volonté; il sert à empêcher l'obstruction du tuyau U et des robinets V, V' par les os.

**U** Est un tuyau conduisant la vapeur sous le tamis T.

**W** Est un robinet servant à évacuer la vapeur à la fin de l'opération.

**VV'** Sont des robinets destinés à écouler l'eau de condensation pendant l'opération.

**R** Est un tuyau servant à faire passer la vapeur du générateur M dans le tambour N.

**a** Est un robinet gradué fixé au tuyau R et servant à introduire la vapeur dans une boîte à étoupe et de là dans le tuyau U, puis finalement sous le tamis T du tambour N.

**b** Est un tuyau conduisant la vapeur dans les vaisseaux *c, d, e*.

**f** Est un robinet permettant d'évacuer la vapeur du générateur M.

**h** Robinet servant à interrompre la communication du générateur M avec les vaisseaux *c, d, e*.

**c** Est un vase servant à cuire la farine d'os et à en extraire la gélatine; il comprend diverses pièces qui sont :

**i** Tuyau de vapeur serpentant au fond du vaisseau *c*.

La vapeur est introduite dans ce tuyau par une de ses extrémités terminée par le robinet *m*. L'autre extrémité est munie du robinet *l*.

**m** Robinet gradué servant à amener la vapeur dans le serpent *i*.

Pendant l'ébullition, un petit filet de vapeur s'échappe constamment par le robinet *l*. Au moyen de ce robinet également, on peut écouler de temps à autre l'eau de condensation.

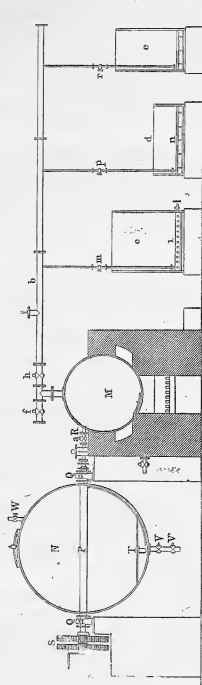


Fig. 36.

- d* Est un autre vase en bois servant à évaporer la solution gélatineuse; il est semblable à la capacité *c*.  
*p* Est un robinet gradué également semblable au robinet *m*.  
*e* Est la troisième capacité dans laquelle arrive la gélatine concentrée et où elle se dépose avant d'être coulée dans les moules.

Les os sont d'abord passés à l'eau de chaux, puis séchés et empilés jusqu'au moment où l'on doit les traiter.

La chaudière *N* est remplie presque entièrement d'os bien secs, puis on y introduit la vapeur venant du générateur *M*, au moyen du robinet gradué *a*.

Le thermomètre doit rester constamment à 135 degrés.

En opérant au-dessus de cette température, la matière animale serait altérée; à plus basse température, les os ne seraient pas complètement réduits.

Après un quart d'heure d'introduction de vapeur, on ouvre le robinet *V*, puis ensuite le robinet *V'*, et l'on recueille la solution dans un baquet. Cette manœuvre doit se répéter de quart d'heure en quart d'heure.

Deux fois par heure le tambour *N* est mis en mouvement de façon à déplacer les os dans son intérieur. Pendant ce mouvement le robinet *W* est complètement fermé. Une fois le tambour arrêté, on ouvre de nouveau un peu ce robinet.

Les os traités ainsi sont entièrement réduits au bout de quatre heures. On ferme alors le robinet *a* et la vapeur s'échappe du tambour par le robinet *W*. Le couvercle est alors enlevé, les os sont extraits puis remplacés par un nouveau chargement d'os bien secs, et l'opération se continue comme nous venons de l'indiquer précédemment.

Après leur sortie du tambour les os sont étendus sur des dalles. Lorsqu'ils sont refroidis, on les broie dans l'un des appareils que nous avons décrits, puis la farine ainsi obtenue est transportée dans la capacité *c*, contenant de l'eau bouillante en quantité suffisante pour qu'une couche d'environ 0<sup>m</sup>,600 couvre la farine.

Le mélange est abandonné à l'ébullition pendant une heure environ, mais agité constamment de façon à empêcher la farine de se prendre en masse lourde et compacte.

L'ébullition s'arrête lorsque l'on ferme le robinet *m*. On écume alors la graisse et la liqueur est soutirée. Cette solution gélatineuse est transportée dans une cuve où l'on mélange avec elle l'eau de condensation provenant des robinets *VV'*. Quand la masse n'est plus qu'à 70 degrés environ, on y ajoute très rapidement une certaine quantité d'alun bien pulvérisé, et le tout est agité très vite.

La liqueur devenue transparente est soutirée dans la capacité *d'*, où elle est concentrée jusqu'à ce qu'elle puisse se prendre en gelée. Pendant cette concentration, le robinet *p* doit être ouvert de telle sorte que la liqueur bout légèrement. Cette masse liquide est d'ailleurs souvent remuée; on veille avec grand soin à ce qu'elle ne cuise pas trop.

On constate que l'opération se termine, au moyen d'une prise d'essai. La matière au bout de quelques minutes doit se prendre en gelée à consistance ferme et élastique. On fermera alors le robinet *p*, et le soutirage commencera dans le baquet *c*.

Les liqueurs gélatineuses ainsi réunies dans la capacité *c* sont chauffées



ensuite à 70 degrés au moyen du robinet *r*, puis elles sont remuées et laissées en repos pendant trois heures.

Les sels calcaires que renfermait la gélatine, décomposés par l'alun se trouvent précipités. La solution devient transparente et d'une belle couleur jaune. Elle est alors finalement coulée dans des moules en bois, puis découpée en tablettes, et séchée.

La farine d'os contenue dans le vase *c* renferme encore une certaine quantité de gélatine que l'on extrait par une pression énergique. La partie liquide ainsi obtenue est mélangée avec la gélatine à évaporer. Le résidu calcaire est employé comme engrais.

Cette méthode de traitement, comme on peut s'en rendre facilement compte, présente de grands avantages.

## EXTRACTION PAR LES ACIDES

Ce mode de traitement comprend les opérations suivantes :

*Dégraissage des os.*

*Traitement à l'acide chlorhydrique à bas degré.*

*Chaulage de l'osséine.*

*Lavage de l'osséine chaulée.*

*Solubilisation de l'osséine.*

*Mise en moules. Refroidissement.*

*Séchage de la gélatine.*

*Traitement des phosphates.*

Dans les procédés que nous avons précédemment décrits, la gélatine était entraînée par dissolution, et le squelette osseux restait comme résidu servant surtout à fabriquer du noir animal.

Le procédé qui va nous occuper dissout la partie calcaire et minérale de l'os, et c'est au contraire la partie animale, l'osséine, qui reste.

### Dégraissage des os.

C'est par cette opération que la fabrication commence. Elle s'effectue par un *débouillissage* des os dans de grandes chaudières en cuivre.

Les matières grasses, par suite de l'élévation de la température, entrent en fusion et viennent surnager. Elles sont enlevées au fur et à mesure.

Afin de dépenser le moins possible de combustible, les os dégraissés ou *débouillis* sont enlevés et remplacés par des os frais; en renouvelant cette opération plusieurs fois, on finit par obtenir un liquide qui peut se prendre en gelée.

Le sulfure de carbone est également employé. Quand il est saturé de matière grasse, on le distille dans une chaudière close, et les produits de condensation peuvent servir à une nouvelle opération de dégraissage.

En général, presque tous les os peuvent être traités pour en extraire l'os-séine, mais on préfère, quand on le peut, employer les qualités spéciales que nous avons déjà précédemment indiquées.

Quoi qu'il en soit, une fois débouillis, c'est-à-dire dégraissés, les os sont soumis à un lavage complet à l'eau froide ayant pour but d'enlever les matières inertes qui pourraient saturer une partie de l'acide, inutilement pour la fabrication que l'on a en vue.

### **Traitement par l'acide chlorhydrique à bas degré.**

Les os débouillis et lavés sont traités dans de grandes cuves en bois par de l'acide chlorhydrique étendu marquant environ 5 degrés Baumé.

Cet acide dissout la matière minérale de l'os et laisse la matière animale, qui conserve la forme de l'os; ce dernier devient très flexible et constitue l'os-séine dont nous avons déjà parlé.

L'épuisement se fait d'une façon méthodique.

Cette partie de l'opération doit être surveillée avec grand soin. Le temps nécessaire est d'environ huit à dix jours. On le détermine par l'état de ramollissement dans lequel se trouvent les os.

Le liquide passe successivement dans une demi-douzaine de cuves, de façon que l'acide le plus riche en chaux arrive sur les os les plus récemment chargés. En fin de compte, on obtient ce résultat qu'un poids donné d'acide chlorhydrique à 21 degrés est suffisant pour le traitement d'un poids égal d'os.

Quand une cuve est saturée, on la met hors de traitement, et le liquide saturé est soutiré et envoyé dans les bacs à fabriquer le phosphate précipité.

Les os de cette cuve peuvent être considérés comme épuisés; toutefois, on y envoie encore de l'acide à 5 degrés qui ne dissout pour ainsi dire plus aucune matière minérale.

Finalement, cet acide est envoyé dans une cuve moins avancée, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il parvienne très chargé en matières minérales dans la cuve qui vient d'être chargée d'os frais.

### **Lavage et chaulage.**

Les os traités ainsi et complètement ramollis doivent être lavés pour être débarrassés de l'excès d'acide qu'ils renferment. Pour cela, il arrive souvent qu'on se borne à laisser tremper l'os-séine dans de l'eau pure pendant plusieurs heures en remplaçant le liquide à plusieurs reprises de façon à étendre l'acide qui reste en contact; ces lavages peuvent se renouveler jusqu'à six reprises différentes.

Quand on peut disposer d'une rivière, le lavage s'effectue mieux et plus

complètement en abandonnant au cours de l'eau des paniers d'osséine à laver.

On cesse le lavage lorsque la matière ne présente plus aucun goût acide ou qu'elle n'agit plus sur le papier bleu de tournesol.

On peut également employer pour cette neutralisation une dissolution de carbonate de soude étendue, mais il est encore plus simple et beaucoup moins coûteux de soumettre l'osséine à un véritable chaulage.

Pour cela on fait immerger les matières dans un lait de chaux pendant trois semaines environ, en prenant soin de renouveler le lait de chaux une ou plusieurs fois, si cela est nécessaire.

Dans ces manipulations, on doit éviter soigneusement de laisser les matières exposées à l'air, sans quoi la chaux se carbonaterait en partie, et la croûte qui se formerait empêcherait l'action neutralisante de se produire.

Quelquefois on cherche, au contraire, à fabriquer une colle légèrement acide. Cette matière est plus souple et plus hygrométrique; elle est employée avec avantage dans certains apprêts.

Dans ce cas, la colle ainsi préparée se cuit dans des chaudières en plomb et se coule dans des moules en bois.

### **Lavage de l'osséine chaulée.**

Lorsque l'osséine a été chaulée, elle est placée dans des laveurs rotatifs tournant avec lenteur.

Un courant continu d'eau froide enlève l'excès de chaux.

En général, il est utile d'employer de l'acide chlorhydrique aussi pur que possible, sinon la gélatine ou osséine produite peut avoir une mauvaise odeur.

La mauvaise odeur peut tenir aussi à la présence de la graisse rancie dans les os.

Ces odeurs, souvent nauséabondes, peuvent s'enlever au moyen d'une légère solution de chlorure de chaux; dans ce cas il est nécessaire de procéder ensuite à un lavage complet.

Pour ces premières opérations, la circulation des liqueurs se fait dans des tuyaux en plomb ayant environ 60 millimètres de diamètre; ils sont munis de raccords en caoutchouc.

Chaque cuve communique avec la citerne qui réunit les liqueurs saturées, au moyen de tuyaux en caoutchouc de 50 millimètres.

Les cuves ont en général 4 mètres de diamètre et 2<sup>m</sup>,500 de hauteur utile; soit un volume utile de 30 mètres cubes.

Elles peuvent renfermer environ 5.000 kilogrammes d'os avec l'acide nécessaire.

La vidange des cuves, au lieu de se faire à la pelle, comme cela se pratique

souvent, peut être obtenue d'une façon plus hygiénique en rendant les fonds mobiles, avec fermeture hermétique.

Lorsque l'on a de grandes quantités de matières à traiter, on peut faire le chaulage dans de grands bassins en béton.

Chacun de ces bassins renferme la quantité d'os contenue dans deux cuves, et le chaulage durant trois semaines, tandis que l'acidification se fait en six jours, il s'ensuit que l'on a trois bassins pour deux cuves à acide.

Chaque bassin est muni d'un égout maçonné fermé par une vanne. Cet égout aboutit à un collecteur menant les eaux résiduaires à la rivière.

Les tambours rotatifs qui servent à laver l'osséine font six tours par minute; ils tournent dans des auges maçonnées dans lesquelles coule constamment l'eau qui a rafraîchi les moules.

L'arbre de ces tambours est creux; il est muni à l'un de ses bouts d'un presse-étoupes avec joint coudé. On y fait arriver constamment un courant d'eau venant du réservoir d'eau qui, par sa pression, lave énergiquement l'osséine. Des portes circulaires permettent de remplir et de vider les tambours.

### **Solubilisation de l'osséine.**

La matière animale des os étant ainsi obtenue à l'état humide et ramollie, on peut, soit la dessécher pour la conserver en attendant le moment de son emploi, soit la rendre soluble, c'est-à-dire la gélatiniser au moyen du traitement dont nous allons bientôt parler.

Lorsque l'on veut conserver l'osséine, ce qui se fait généralement pour les os de pieds de moutons, on tranche les deux bouts des os pour en enlever la partie spongieuse encore imprégnée d'une certaine quantité de matière grasse; ces résidus sont employés dans la fabrication de la colle forte.

On coupe ensuite en deux, dans le sens de la longueur, les tubes osseux, et l'on fait ainsi des lanières que l'on immerge quelques instants dans de l'eau bouillante; ces lanières sont ensuite étendues dans les séchoirs jusqu'à dessiccation complète.

Lorsque l'on veut obtenir un produit de qualité tout à fait supérieure, on essuie les os fendus avec des linges secs avant de les plonger dans l'eau bouillante ou, pour leur donner un aspect plus agréable, on tranche les os en anneaux transversaux au lieu de préparer des lanières.

L'osséine que l'on veut convertir immédiatement en gélatine ou en colle forte est lavée après sa sortie du tambour rotatif, puis on la laisse s'égoutter à terre pendant quelques temps. La matière est ensuite chargée dans les auges d'une chaîne à godets qui la monte à l'étage supérieur de la fabrique où l'on fait le chargement des cuves de solubilisation.

Des trémies s'ouvrent dans le plancher au-dessus de chaque cuve; ces cuves sont en bois, fortement consolidées par des cercles en fer. Elles reçoivent un serpentín en cuivre rouge dans lequel circule la vapeur de chauffage. Au-dessus règne une tuyauterie d'eau servant à remplir les cuves et à les laver au besoin.

Au bas des cuves se trouve un premier châssis ou faux fond en bois destiné à arrêter les gros déchets; au-dessous, une toile métallique en laiton pour filtrer le liquide.

Un robinet envoie la dissolution lorsqu'elle est complète dans ce filtre en toile métallique; puis le liquide filtré arrive dans un cuvier en tôle galvanisée et parfaitement enveloppé de corps mauvais conducteurs pour conserver la chaleur.

Au bout de six heures de repos, le soutirage se fait à clair et la gélatine se coule dans les moules, et subit les diverses opérations de découpage et de séchage que nous avons décrites.

Lorsque l'on veut fabriquer de cette façon de la gélatine alimentaire, on coule la matière dans des moules en fer-blanc que l'on porte à l'étuve. Quand la gélatine est assez ferme pour ne plus se laisser marquer par les cordes des filets, on la porte au séchoir.

La mise en moules dure environ trois heures. Le refroidissement peut s'obtenir artificiellement au moyen d'un courant d'eau dans lequel les moules sont baignés.

Au bout de quinze heures environ, on peut démouler en trempant les moules dans des bacs en bois doublés en tôle et contenant de l'eau chaude.

Le séchage se fait méthodiquement, comme nous l'avons indiqué précédemment; puis les morceaux de gélatine sont emballés dans des tonneaux pouvant contenir chacun 275 kilogrammes.

### **Traitement des résidus. Phosphates et superphosphates.**

Longtemps les résidus provenant du traitement des os par la méthode précédente sont restés sans application industrielle. Aujourd'hui ces résidus calcaires sont utilisés par l'agriculture sur une très vaste échelle. La fabrication du phosphore les emploie également.

Les liqueurs à 20° Baumé soutirées des cuves à acidifier sont précipitées dans des bacs en bois par une certaine quantité déterminée à l'avance, de lait de chaux.

On précipite d'abord du phosphate bicalcique dans un bac inférieur. Ce phosphate a pour formule :



Mais la totalité du phosphate de chaux ne peut pas être précipitée en liqueur acide. Il reste un phosphate monocalcique.

On aspire alors le liquide par une pompe spéciale et on l'envoie sur un filtre à vide.

Ce filtre est constitué par une étoffe grossière et pelucheuse appuyée sur un lit de cailloux qui la soutiennent.

Sous la toile débouche l'orifice d'un tuyau communiquant avec une bouteille où l'on fait le vide au moyen d'un aspirateur, comme ceux que nous avons décrits ailleurs (1).

(1) *Le Sucre*, par Paul Charpentier (Encyclopédie chimique), p. 249.

Une pompe en bronze reprend dans la bouteille les liqueurs filtrées et les envoie dans des bacs à précipiter situés à l'étage supérieur.

La précipitation se fait dans ces bacs au moyen d'un excès de chaux. On obtient ainsi du phosphate tricalcique.



Un insufflateur brasse énergiquement le mélange.

Après un traitement durant environ deux heures, le liquide boueux est écoulé dans des bacs de dépôts situés entre le premier et le second étage. C'est dans ces bacs que se font les dépôts de phosphate tricalcique et de chaux en excès.

La liqueur surnageante est du chlorure de calcium.

Le phosphate bicalcique bien lavé sur le filtre est placé dans des serviettes faites en grosse étoffe puis soumis à la presse hydraulique.

Les tourteaux repris et lavés passent une seconde fois à la presse, puis sont séchés sur les plaques d'un four spécial. Le phosphate est étendu en couche mince sur ces plaques et remué par des râtaux en bois. La température ne doit pas dépasser 110°.

Le phosphate est alors envoyé dans des wagonnets aux broyeurs pour être pulvérisé.

Supposons que nous ayons à traiter 20.000 kilogrammes d'os par jour. Il sera bon d'avoir en magasin au moins 200.000 kilogrammes d'avance.

Le mètre cube d'os en moyenne pèse 350 kilogrammes en tenant compte des vides. Une tonne occupera donc environ 2<sup>m</sup>,850.

Nous avons dit qu'on devait employer pour le traitement poids pour poids d'acide à 21°, soit 20.000 kilogrammes d'acide à 21° correspondant à 93.000 kilogrammes d'acide à 5°.

On pourra employer 12 cuves par batterie et deux batteries; on pourra vider quatre cuves par jour.

D'après les quantités d'os à traiter et d'acide à employer on pourra facilement calculer les dimensions de ces cuves.

Les bassins seront calculés sur les mêmes bases; en général il faut un bassin pour deux cuves vidées en un jour. Ces bassins pourront avoir sans inconvénient 1<sup>m</sup>,300 de profondeur.

Les cuves à solubiliser l'osséine sont six fois plus petites que celles à acidifier.

Quant au phosphate précipité, on peut compter pouvoir faire trois opérations de précipitation par jour, d'après cela on calculera facilement les dimensions à donner aux bacs et autres appareils.

Pour l'eau nécessaire, il sera bon d'en avoir toujours un grand excès pour ne jamais être exposé à en manquer.

Une semblable fabrique traitant par jour 20.000 kilogrammes d'os avec 20.000 kilogrammes d'acide à 21°, peut produire 12.000 kilogrammes de phosphate précipité et 5.000 kilogrammes d'osséine ou 4.000 kilogrammes de gélatine.

Nous n'abandonnerons pas ce sujet sans dire quelques mots de la fabrication des superphosphates ou phosphates acides de chaux qui forment avec les précé-

dents des engrais employés aujourd'hui sur une très grande échelle par l'agriculture.

Le phosphate de chaux se trouve en grande abondance dans le sol, à l'état de phosphate tribasique insoluble dans l'eau pure. Sous cette forme son assimilation est très lente; on le transforme en phosphate soluble en le traitant par l'acide sulfurique.

Quand on attaque exclusivement les phosphates naturels par l'acide sulfurique, on obtient après un séchage à l'air libre une masse compacte et dure qui doit subir un nouveau broyage.

En général on emploie les coprolithes mélangés avec des os. Dans ces conditions le résultat de l'attaque par l'acide sulfurique sèche plus lentement, les produits se prennent moins en masse compacte.

Si l'on emploie pour 100 parties de phosphate 60 parties d'acide sulfurique et 15 parties d'acide chlorhydrique, on obtient un produit séchant lentement et ne durcissant pas.

Une manière d'opérer très simple encore employée dans un certain nombre de fabriques, consiste à mélanger sur une aire, battue, imperméable ou dans des bacs doublés de plomb, à l'aide de râdeaux, de la poudre de phosphate de chaux et de l'acide sulfurique étendu.

On se sert aussi d'un mélangeur ouvert, de grande capacité, ayant la forme d'une auge semi-cylindrique, dans lequel se meut un axe horizontal muni de palettes en bois.

On verse dans ce mélange un volume donné d'acide sulfurique et un poids équivalent de phosphate en poudre. On le brasse vivement pendant quelque temps, puis on laisse tomber le mélange dans des citernes en maçonnerie ouvertes par le haut.

Cette manière d'opérer présente des inconvénients graves. L'opération est nécessairement intermittente; elle donne lieu en outre à des dégagements de vapeurs acides incommodes et nuisibles.

Nous allons indiquer en quelques mots un procédé de fabrication en vase clos dans lequel les vapeurs acides sont aspirées au fur et à mesure de leur production et qui présentent des avantages importants dont les principaux sont :

Continuité dans la fabrication.

Économie de main-d'œuvre.

Absence de vapeurs acides et irritantes.

Condensation de ces vapeurs.

Ce système de fabrication a été pour la première fois installé, il y a une quinzaine d'années, aux environs de Paris, par M. Michelet.

Quand les phosphates traités sont humides, on les soumet à une dessiccation préalable en les chauffant dans un four à réverbère. Ils sont ensuite broyés sous des meules en fonte très pesantes, et la matière pulvérulente est blutée au travers d'une toile métallique très fine.

La poudre tamisée est ensuite mélangée avec de l'acide sulfurique à 53° au moyen d'un appareil comprenant les parties suivantes :

1° Deux chaînes à godets; l'une en caoutchouc ou gutta-percha servant à

monter l'acide sulfurique à la partie supérieure du bâtiment; l'autre en bois pour élever le phosphate pulvérisé.

2° Un mélangeur cylindrique en fonte, muni d'un axe mobile à palettes, dans lequel les godets versent l'acide et la poudre, et où le mélange s'effectue.

3° Quatre chambres en maçonnerie ayant chacune environ 20 mètres cubes de capacité.

Dans ces chambres tombe le mélange à l'état de bouillie liquide par l'intermédiaire d'un tuyau cylindrique, mobile autour d'un axe vertical dont le déplacement permet de remplir l'une quelconque des chambres.

On retire le mélange acide solidifié au bout de trente-six heures par des ouvertures latérales.

4° Un aspirateur qui sert à enlever les vapeurs acides du mélangeur et des chambres pour les envoyer dans une colonne remplie de coke humecté d'eau. Les gaz qui ne se condensent pas se rendent à la cheminée.

5° Un broyeur destiné à désagréger le phosphate sec et à le pulvériser.

Les figures 37, 38, 39, 40, 41 représentent l'ensemble de ces appareils.

La figure 37 est une élévation partielle de l'ensemble.

La figure 38 est une coupe verticale de la pompe à acide.

La figure 39 est une coupe verticale du robinet à flotteur.

La figure 40 est une coupe verticale de la chaîne à godets pour l'acide.

La figure 41 est une coupe verticale de la chaîne à godets pour le phosphate.

M Est un bac en bois doublé de plomb servant à conserver l'acide sulfurique.

N Est une pompe aspirante et foulante prenant l'acide en M.

O Récipient que la pompe alimente d'acide.

P Tuyau en plomb par lequel l'acide passe du récipient O dans un second réservoir Q.

Q Réservoir qu'alimente d'acide une auge en fonte, dans laquelle la chaîne à godets peut puiser. L'acide est ainsi remonté jusqu'au malaxeur situé à l'étage supérieur. Cette alimentation est réglée par le robinet à flotteur q.

q Flotteur en gutta-percha.

r Obturateur en caoutchouc.

s Levier de manœuvre auquel le flotteur q est suspendu.

t Tuyau d'arrivée.

u Tuyau de déversement.

v Caisse en bois garnie intérieurement par de la gutta-percha.

R Chaîne à godets prenant la poudre de phosphate en bas et la remontant au malaxeur.

S S Cônes moteurs au moyen desquels on peut faire varier les proportions d'acide et de phosphate.

T Conduit par lequel arrivent au malaxeur le phosphate et l'acide.

V Malaxeur.

W Poulie motrice du malaxeur.

X Tuyau mobile par lequel le mélange est au sortir du malaxeur amené dans l'une des chambres en maçonnerie.

a Chambres en maçonnerie.

b Portes des chambres servant à extraire le superphosphate.

c Escalier.

d Colonne pleine de coke mouillé qui reçoit les vapeurs acides venant des chambres pendant la marche de l'appareil.

e Réservoir laissant couler un peu d'eau pour humecter le coke.

f Tuyau menant les vapeurs acides dans la colonne à coke.



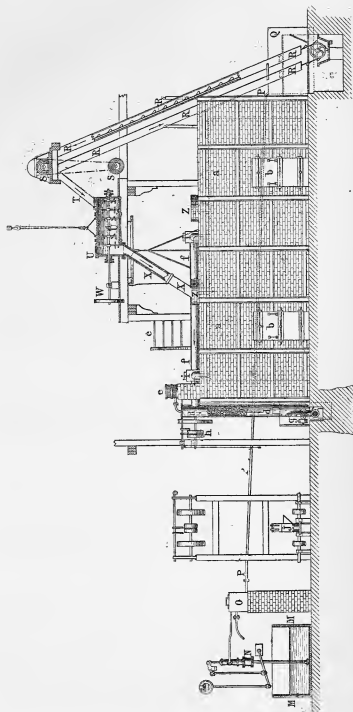


Fig. 37

*g* Ventilateur, pouvant être remplacé par un aspirateur.

*h* Poulie de commande.

*i* Registres qui permettent d'établir ou d'intercepter la communication des chambres avec l'appareil d'aspiration.

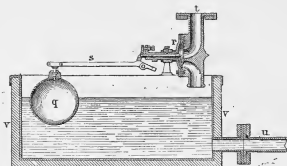


Fig. 39.

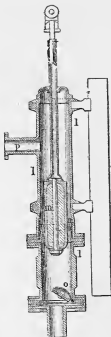


Fig. 38.



Fig. 40.



Fig. 41.

*j* Broyeur.

*l* Corps de pompe pour l'acide.

- m Piston en porcelaine.
- n Lame de caoutchouc.
- o Clapet d'aspiration.
- p Tuyau de déversement.

Nous n'insisterons pas davantage sur ce point spécial.

### **Insalubrité des fabriques.**

Les fabriques de colle forte sont par la loi rangées dans la première classe des établissements insalubres.

Dans la préparation des matières que nous venons d'étudier, il peut se développer en effet pendant la période d'ébullition des odeurs nauséabondes et malsaines, et de plus on est amené à évacuer des eaux résiduaires pouvant contaminer les cours d'eau.

Pour s'opposer à la première cause d'infection, on doit appliquer les divers appareils perfectionnés que nous avons décrits, et ne procéder aux ébullitions que dans des récipients autoclaves échauffés à la vapeur. Des tuyaux de distribution doivent faire communiquer ces récipients avec les autres appareils où se termine la fabrication. Ceux qui ne peuvent être fermés doivent être surmontés de grandes hottes formant aspiration énergique et renvoyant les vapeurs dans la grande cheminée de l'usine.

Quant aux eaux résiduaires, on doit, avant de les évacuer hors de l'usine, les débarrasser des matières en suspension. Pour cela, il est généralement bon de munir les orifices des conduits destinés à emmener les eaux, de grilles ou grillages serrés qui retiendront les débris les plus volumineux. Ensuite les liquides seront dirigés dans des bassins de repos, où les matières plus ténues se déposeront.

Les dimensions de ces bassins doivent correspondre au volume d'eau débité. Autant que possible, on doit les diviser en compartiments, de façon à ce que les liquides soient obligés de circuler en chieane, ce qui facilite le dépôt.

Ces bassins doivent être absolument étanches, sinon les eaux qu'ils renferment peuvent, en s'infiltrant dans le terrain, former des nappes souterraines devenant dans la suite des foyers d'infection.

Les dépôts devront être enlevés assez fréquemment et mélangés au besoin avec des matières désinfectantes; finalement ces mélanges peuvent être employés avantageusement par l'agriculture.

La séparation des matières en suspension est ordinairement facile à exécuter; elle est indispensable, sinon le dépôt des matières organiques se fait dans la rivière qui reçoit les eaux résiduaires, elles y entrent en fermentation et peuvent produire des accidents graves.

Enfin, on doit finalement opérer le déversement loin du bord et à une certaine profondeur, éviter les barrages, et, en général, tout ce qui peut mettre obstacle au renouvellement de l'air, mais favoriser au contraire, par tous les moyens ce renouvellement; par exemple en utilisant le jeu d'une roue hydraulique pour mélanger et brasser les liqueurs.

### Traitements acides divers.

Nous avons parlé successivement du traitement des os ou des phosphates par les acides chlorhydrique ou sulfurique employés séparément. On peut aussi utiliser leur mélange.

On peut également employer à la fabrication de la colle les vapeurs d'acide chlorhydrique non condensées qui s'échappent des appareils à fabriquer la soude.

Dans ce cas, on peut disposer une batterie de cuves en bois chargées avec des os concassés et mouillés, au milieu desquels on fait arriver les vapeurs acides.

Comme une grande humidité règne dans les cuves, l'acide se condense à la surface des os qu'il attaque.

Une série de lavages peut ensuite enlever le phosphate de chaux et séparer la gélatine.

Enfin, on peut employer de l'acide sulfureux que l'on fait agir à l'état gazeux ou dissous dans l'eau sur les os renfermés dans des appareils bien clos.

Les matières minérales sont dissoutes et entraînées par les liquides ; la gélatine qui reste subit les diverses opérations ordinaires.

Le liquide acide soumis à l'ébullition laisse se dégager l'acide sulfureux que l'on recueille pour l'utiliser à nouveau ; le phosphate terreux précipité est soumis aux mêmes traitements que ceux décrits précédemment.

### Fabrication et emploi de la colle de poisson ou ichthyocolle.

Nous avons précédemment indiqué quelles étaient les propriétés chimiques de ce produit commercial.

Les meilleures qualités de cette substance nous viennent encore de la Russie et portent le nom de feuilles de Beluza, du Volga et de la mer Caspienne. Le Brésil, l'Amérique, les Indes nous envoient également de grandes quantités de ce précieux produit.

Il nous parvient généralement soit en feuilles, soit quelquefois en pains, que l'on forme en ouvrant la vessie et en pliant les deux membranes préalablement nettoyées et séchées.

La qualité appelée *blanchie à la neige*, doit sa supériorité à son enfouissement prolongé dans la neige, ce qui lui donne une grande blancheur ; on la prépare sur les bords du Volga.

La vessie natatoire, sous forme de bourses, de petites masses, de gros cordons, est celle qui a été nettoyée extérieurement mais non ouverte. Ce produit nous arrive encore quelquefois sous forme de rubans que l'on obtient en coupant la membrane intérieure de la poche, nettoyée et roulée.

On distinguait autrefois dans le commerce cinq sortes de colle de poisson qui étaient :

1° *Une colle en petits cordons, première sorte.*

C'est une membrane roulée sur elle-même en forme de fuseau allongé ayant environ 7 centimètres de long sur 1 centimètre de large.

Cette sorte de cordon pliée en cercle, puis à chacune de ses extrémités recourbée en sens contraire de la grande courbure et dans un même plan. Cette colle présente ainsi la forme d'une lyre; c'est la plus recherchée; elle est incolore, même translucide, et ne renferme point de matières étrangères.

2° *En petits cordons, deuxième sorte.*

Cette colle ressemble à la première, mais elle est colorée, opaque et renferme souvent des matières étrangères.

3° *En gros cordons.*

Cette troisième espèce se présente en cordons plus gros et plus longs; ils peuvent avoir 3 centimètres de diamètre sur 40 centimètres de longueur. La forme de ces cordons est également celle d'une lyre.

Cette colle est de qualité assez variable.

4° *En feuilles.*

Cette espèce dont le nom indique la forme est souvent très pure et de bonne qualité. Souvent aussi elle est falsifiée.

5° *Factice.*

Cette sorte d'ichthyocolle est très variable d'aspect. Tantôt elle se présente sous la forme de membranes, tantôt en lyre, tantôt en boules.

On en trouve souvent qui ne peut se dissoudre dans l'eau bouillante même au bout de plusieurs heures.

Cette espèce se fabrique généralement avec des membranes intestinales de poissons desséchées, ou avec les mêmes parties traitées par l'eau puis étendues en membranes.

Aujourd'hui l'ichthyocolle n'existe plus guère dans le commerce que sous forme de feuilles.

La colle de poisson se prépare en Russie de la façon suivante.

On ouvre la vessie du poisson, on la lave avec soin dans l'eau froide, puis on la cloue sur une planche et on l'expose au soleil pour la faire sécher.

Avant qu'elle soit tout à fait sèche, on enlève la pellicule (*tissu argentin*). En hiver, au fur et à mesure que l'on a extrait les vessies du poisson, on les enterre dans la neige sans les laver, et quand le printemps arrive et que le temps est assez chaud on les fait sécher à l'air.

Au besoin, cette dessiccation peut se faire devant le feu, et dans ce cas il en sort quelquefois un liquide clair qui se durcit et forme ce que l'on appelle la *colle de poisson en larmes*. Mais on doit préférer l'action du soleil toutes les fois que cela est possible.

Lorsque les vessies sont séchées au soleil, on obtient une matière gélatineuse qui, étant enlevée, forme l'espèce de colle de poisson connue sous le nom de kroski.

Après son exportation de la Russie, la colle de poisson est soumise à plusieurs autres opérations afin de pouvoir l'employer pour les usages auxquels elle est destinée.

Elle est triée, lavée, roulée en feuilles minces et coupées en petites bandes.

Pour préparer la colle en feuilles, on dessèche les vessies natatoires, puis on les jette dans l'eau bouillante et on les y laisse jusqu'à ce qu'elles surnagent. On les retire, on les ouvre et puis on les étend en feuilles pour les faire sécher.

Il arrive souvent que l'on falsifie l'ichthyocolle au moyen d'une gélatine de basse qualité ; on s'assure de cette fraude par la calcination. La gélatine laisse par incinération un résidu plus considérable que la colle de poisson.

En général, lorsqu'on a affaire à un mélange de gélatine et d'ichthyocolle, on observe aussi les caractères suivants :

1° L'odeur de cette colle n'est pas bonne ; car, tandis que la colle de poisson russe a simplement une légère odeur de poisson ou d'algue, celle qui est falsifiée par de la gélatine médiocre possède une odeur caractéristique de matière animale en décomposition, odeur qui devient encore plus sensible lorsque l'on fait bouillir ce produit dans une petite quantité d'eau.

2° Le goût est très désagréable et ressemble à celui de la colle forte.

3° Cette matière ronge fortement le papier de tournesol, ce que la véritable colle de poisson ne fait pas.

4° L'eau froide réagit sur elle d'une manière particulière, car lorsque l'on traite la colle de poisson russe par l'eau froide, elle se gonfle à peine, devient opaque, et lorsqu'elle est coupée en très petits morceaux, les fibres se ramollissent légèrement, mais elles ne fournissent jamais une grande quantité de flocons détachés, et l'eau dans laquelle on l'agite pendant une douzaine d'heures ne se prend jamais sous la forme gélatineuse.

La colle falsifiée disparaît au contraire rapidement dans l'eau ; les fibres se transforment en une masse floconneuse, et après douze heures de contact, l'eau perd sa fluidité et se prend en gelée.

5° Une solution de potasse caustique, après avoir agi sur cette colle de poisson, laisse une quantité de flocons non dissous plus forte qu'il ne faudrait.

6° Une forte solution d'acide oxalique agit différemment avec le produit en question et laisse un dépôt plus abondant qu'avec la véritable colle de poisson russe.

7° La cendre qui provient de l'incinération de la bonne colle de poisson russe est d'un rouge foncé. Elle ne renferme qu'un peu de carbonate de chaux, qui ne s'élève jamais à plus de 0,9 p. 100 de colle, tandis que la cendre provenant de la colle falsifiée a une couleur plus pâle, fait plus fortement effervescence avec les acides, et sa proportion atteint 1,5 p. 100.

8° Enfin l'ichthyocolle pure, vue au microscope, laisse apercevoir dans toute sa masse une structure organique fibreuse, cellulaire ou épidermique, tandis que celle qui est falsifiée présente, indépendamment de ces caractères, une couche distincte d'une substance amorphe inorganique et transparente, possédant tous les caractères de la gélatine ordinaire.

La colle de poisson est employée pour clarifier les boissons, pour faire des

gelées alimentaires, pour préparer des membranes artificielles d'une grande transparence, et pour les ouvrages de fine marquerie. On peut en faire aussi des vitres de navire.

L'ichthyocolle détrempée à froid dans l'eau et malaxée jusqu'à être réduite en bouillie claire, conserve une organisation remarquable.

Elle se compose de fibres droites, blanches, nacrées; délayée dans du vin blanc ou dans la bière, elle forme une gelée remplie de fibrilles excessivement déliées qui se disséminent dans toutes les parties du liquide à clarifier lorsqu'on y verse cette gelée en agitant fortement.

De plus, la levure réagit sur ces fibrilles de façon à les contracter. Il s'ensuit que ce réseau étendu sur le liquide se resserrant de plus en plus sur lui-même, enveloppe toutes les substances insolubles. La solution claire seule peut traverser ses innombrables mailles.

Des bulles de gaz acide carbonique enfermées elles-mêmes, entraînent à la surface de la bière une partie du réseau contracté, avec les substances qu'il retient, et forme une écume rejetée par l'ouverture du tonneau.

Les fibrilles gélatineuses ne se dissolvent pas dans les solutions acides faibles, en sorte que l'ichthyocolle peut être employée pour clarifier le vinaigre. Mais dans cette circonstance la même contraction ne s'opère pas, et la clarification ne peut être complète sans faire filtrer le liquide sur des copeaux.

Quand on emploie l'ichthyocolle pour clarifier des vins peu astringents, il arrive souvent qu'elle ne se sépare pas complètement. On est alors obligé d'ajouter une matière qui puisse se combiner avec la gélatine et la précipiter.

On emploie pour cela une infusion de thé, qui complète la clarification.

Il arrive souvent que les vins étant très troubles, il faut employer une assez grande quantité de colle de poisson pour les clarifier. Dans ce cas, elle les décolore souvent en partie et leur donne la teinte pelure d'oignon, qu'ils acquièrent en vieillissant.

Pour fabriquer la colle de poisson *factice*, qui se tire des loupes marins, des marsoins, des vaches marines, des requins, etc., on prend de ces animaux la peau, les nageoires, la queue, la tête, les arêtes, etc., tout excepté la chair, la graisse et l'huile.

Ces diverses parties sont cuites dans l'eau en les préservant soigneusement de la fumée et de tout ce qui pourrait roussir la liqueur.

Quand l'eau a extrait tout ce qui était possible et quand le poisson est bien cuit, on laisse tiédir et reposer le bouillon, puis on le passe au tamis; ensuite on fait cuire le bouillon une seconde fois avec les mêmes précautions, jusqu'à ce que les gouttes que l'on laisse tomber se figent en se refroidissant.

Si l'on juge que la colle est bien faite, on laisse refroidir jusqu'au point où elle est encore suffisamment liquide pour pouvoir se couler sur une table en pierre ou en ardoise.

Lorsqu'elle fait corps, on la tortille et on l'enfile pour en faire des cordons qui sont mis à sécher à l'ombre.

### Colle de chair de poisson.

Cette colle se fabrique en soumettant la chair de poisson à l'action d'un mélange étendu d'eau, d'acides chlorhydrique et sulfurique.

Lorsque la pellicule colorée a disparu et lorsque la pulpe est devenue très blanche, on fait égoutter le liquide acide.

La matière est alors plongée dans une eau chaude concentrée à chaud, et l'opération se poursuit jusqu'à ce que toute l'huile ait été éliminée.

Le résidu est ensuite traité par de l'acide chlorhydrique étendu, puis des lavages répétés et abondants enlèvent l'acide et la chaux en excès.

Le tout est enfin porté à l'ébullition avec ménagement au moyen d'un serpent à vapeur, dans une chaudière, où l'on fait le vide.

Lorsque la dissolution est complète, la clarification s'opère au moyen de l'acide sulfureux et de l'alun, et quand les impuretés ont été enlevées après leur précipitation, une dissolution de bicarbonate de soude sature ce qui peut encore rester d'acide.

La gélatine ainsi produite est ensuite concentrée, coupée en feuilles et séchée.

La colle de poisson est employée dans de nombreuses circonstances. Nous avons signalé l'usage que l'on en fait pour clarifier les bières et les vins. Les fabricants de perles artificielles l'emploient pour fixer la dissolution d'écailles de poisson dans l'ammoniaque, dans les globules de verre creux qui servent à confectionner ces perles.

Les Orientaux fixent leurs pierres précieuses au moyen d'une dissolution alcoolique d'un mélange de colle de poisson et de gomme.

On emploie enfin l'ichthyocolle dans la fabrication du *taffetas d'Angleterre*.

### Colle forte à la glycérine.

La colle forte à la glycérine est employée pour préparer des rouleaux d'imprimerie et des moules flexibles.

Cette colle se prépare au moyen de rognures de peaux que l'on fait tremper pendant plusieurs jours dans l'eau pour les nettoyer. On les hache ensuite, puis on les introduit dans une chaudière en cuivre avec la quantité de glycérine nécessaire pour les couvrir. La température est élevée alors à 90 degrés environ.

Lorsque les rognures sont dissoutes, on verse dans un vase et on laisse refroidir la composition, qui est alors prête à être coulée dans les moules, comme à l'ordinaire.

Au lieu de rognures de peaux, on peut préparer la matière en se servant de glycérine pour dissoudre de la colle forte, de la gélatine ou de la colle de



poisson, en activant la dissolution au moyen d'une légère élévation de température.

Pour faire des moules flexibles, on se sert de la colle à la glycérine, en la fondant; on en enduit ensuite les pièces dont on veut prendre le moulage.

Lorsque l'enduit est sec, on enlève la pièce.

---

## CHAPITRE III

---

### EMPLOIS DE LA GÉLATINE ET DES COLLES ANIMALES

---

Les emplois de ces matières sont fort nombreux. Nous en avons déjà signalé quelques-uns.

On se sert de ces substances dans la menuiserie, l'ébénisterie, les apprêts des tissus, la peinture, la préparation du papier, la clarification des liquides, la confection des capsules pharmaceutiques, des perles fausses, du papier glacé, des fleurs artificielles, des pains à cacheter, des taffetas adhésifs, des rouleaux d'imprimerie, etc.

On emploie enfin la gélatine pour rendre les tissus imperméables, pour former des images dites gélatinisées; enfin elle est d'un précieux secours dans l'art du graveur et du photographe.

Pour fabriquer des capsules pharmaceutiques en gélatine on commence par enduire des boutons en métal avec une certaine quantité de fiel de bœuf, puis on les recouvre d'une couche épaisse de gélatine, et lorsque celle-ci est suffisamment prise, tout-en étant encore molle et élastique, on l'enlève. On obtient ainsi un petit sac creux qui sert à recevoir le médicament et qui est ensuite bouché avec un peu de gélatine liquide.

Les capsules sont finalement séchées et prennent alors la consistance solide.

#### **Imperméabilisation des tissus.**

Un bon mélange dans lequel il entre de la gélatine peut se préparer de la façon suivante :

On prend 0<sup>kil</sup><sub>500</sub> de gélatine et 0<sup>kil</sup><sub>300</sub> de savon neutre de suif. On les fait fondre dans 17 kilogrammes d'eau bouillante, puis l'on ajoute par petites por-

tions 0<sup>me</sup>,750 d'alun. L'ébullition est ensuite prolongée pendant un quart d'heure.

On attend que le liquide laiteux ainsi obtenu soit arrivé à la température de 50 degrés, puis on y plonge le tissu, que l'on laisse bien pénétrer par le liquide.

On le retire alors, on le fait égoutter, puis on le suspend sans le tordre pour le faire sécher complètement. On le lave avec soin, on le sèche à nouveau, puis on le passe à la calandre.

Dans cette opération, lorsque la gélatine et le savon de suif sont soumis à l'action de l'alun, une partie de l'acide sulfurique de ce sel s'unit à la soude du savon et agit même sur la gélatine, puisque les éléments gras du savon, bien que chimiquement isolés dans un état de division pour ainsi dire moléculaires, restent si intimement mêlés avec la gélatine qu'ils forment avec elle une gelée insoluble dans l'eau froide.

### **Fabrication des feuilles en gélatine et des images couvertes de cette substance.**

Pour préparer la solution de gélatine employée dans cette fabrication, on place dans un vase 2<sup>me</sup>,500 de colle; on l'y laisse tremper pendant vingt-quatre heures dans une quantité suffisante d'eau froide, que l'on renouvelle souvent.

On presse ensuite et l'on met la matière dans une chaudière avec de l'eau que l'on vient de renouveler. On fait bouillir au bain-marie.

Lorsque la colle est complètement dissoute et que le liquide présente à peu près la consistance de l'huile, consistance que l'expérience et la pratique donnent bientôt l'habitude d'apprécier, on y verse 4 grammes d'acide oxalique dissous dans de l'eau chaude, puis 110 grammes d'esprit de vin et 8 grammes de sucre candi bien blanc.

L'acide décolore aussitôt le liquide dont l'aspect est brunâtre et les deux autres substances, ou du moins la dernière, sont destinées à donner de la flexibilité aux produits.

Pour préparer les feuilles colorées, on teint la masse avec les matières suivantes :

Pour le bleu clair ou foncé, de l'indigo ou du bleu de Prusse.

Pour le jaune, une infusion de safran dans l'eau.

Pour le vert, un mélange des couleurs précédentes.

Pour le rouge, du carmin dissous dans l'ammoniaque.

Pour le violet, du carmin et de l'indigo.

On peut parfois remplacer ces matières par les couleurs extraites du goudron.

Après cette addition, on transvase le tout dans un vaisseau bien propre dont la forme permet de verser commodément.

On filtre au travers d'un linge, et l'on commence la fabrication des feuilles en répandant le liquide sur des morceaux de glace préparés d'avance et un peu chauffés.

On doit se pourvoir d'un grand nombre de morceaux de glæe dépolis à l'émeri et les nettoyer tous les jours avec de l'oxyde rouge de fer, puis avec du talc en poudre après que l'on s'en est servi.

L'emploi de cette dernière substance est nécessaire, parce qu'il donne au verre, sans nuire à l'éclat des feuilles, un poli brillant qui permet de les détacher avec facilité.

Les morceaux de glæe doivent être placés sur une planche légèrement inclinée, au-dessous de laquelle se trouve un récipient de même étendue que la planche. Quant au morceau de glæe, on y forme des rebords en l'entourant d'une eourroie en euir ramollie dans l'eau.

On eouvre alors la glæe avec de la gélatine fluide dont l'excédent s'écoule dans le récipient disposé sous la planche; puis, en prenant la glæe dans les mains et en lui imprimant un mouvement mesuré de va-et-vient, on donne à la eouche de gélatine l'uniformité nécessaire; après quoi on la pose sur une table parfaitement horizontale.

Si l'on veut fabriquer des feuilles de gélatine, on porte, lorsque le liquide est figé, la glæe dans un séchoir, où on la laisse jusqu'à ce qu'elle soit complètement privée d'eau.

On en rogne alors les bords et on la détache du verre, ce qui s'exécute très facilement.

Si l'on veut, au contraire, l'appliquer sur une estampe, on laisse seulement la eouche de gélatine se prendre, puis on pose dessus le sujet préalablement humecté que l'on presse doucement avec la paume de la main afin de chasser les bulles d'air. Enfin, on fait sécher le tout et on détache après avoir rogné les bords.

Pour prévenir la courbure que prennent les estampes ainsi préparées, on doit, avant de rogner la tranche, enduire le revers avec de l'eau fortement chargée d'empois d'amidon, puis laisser les feuilles sécher.

Cette opération amène une tendance à la eourbure dans un sens opposé et neutralise ainsi la première.

## APPLICATIONS DE LA GÉLATINE A L'ART DU GRAVEUR

La gélatine sous diverses formes est appliquée sur une grande échelle, surtout depuis quelques années, dans l'art de la gravure, spécialement pour la chromolithographie, la photolithographie, et pour la phototypie.

L'excellent ouvrage de M. Lorilleux, sur l'art de la lithographie en général, nous sera d'un utile secours pour ce que nous voulons dire sur ce sujet.

La gélatine employée dans le cas qui nous occupe, doit satisfaire à certaines conditions spéciales.

Nous avons dit que la gélatine pure était incolore et très légèrement grisâtre. L'eau froide la ramollit, la gonfle sans la dissoudre.

Fondue, elle se présente sous la forme d'une liqueur sirupeuse qui se prend

en gelée par le refroidissement vers 35 degrés si on ne lui a pas incorporé plus de six fois son poids d'eau ou si l'on n'a pas soumis sa solution à une ébullition prolongée.

Les gélatines qui se dissolvent le moins facilement, produisent après insolubilisation, au développement, une sorte de grain dont la valeur est en raison du plus ou moins de solubilité.

Donnons tout de suite un moyen simple de purification ou de clarification de la gélatine indiqué par M. Stimde.

La matière divisée en fragments est mise à tremper dans de l'eau froide que l'on renouvelle plusieurs fois.

On la fait fondre ensuite au bain-marie, et on y ajoute pour 1 litre par exemple, un mélange de 30 centimètres cubes d'albumine, 60 centimètres cubes d'eau et quelques gouttes d'ammoniaque.

La gélatine ainsi additionnée est vigoureusement battue avec une fourchette en bois, puis on y verse goutte à goutte en continuant à battre, de l'eau aiguisée à 0,5 p. 100 d'acide acétique, jusqu'à ce qu'elle accuse une réaction acide au papier de tournesol.

On la porte vivement à l'ébullition sans cesser d'agiter avec la fourchette et sans laisser continuer cette ébullition plus de trois minutes. On la filtre alors dans un entonnoir à double paroi, rempli d'eau chaude. Elle doit passer limpide et incolore.

On la coule dans des cuvettes plates que l'on couvre pour empêcher la poussière de s'y déposer. Quand elle est complètement prise et sèche, on la coupe en morceaux que l'on lave à plusieurs eaux, en employant de l'eau distillée ou de l'eau de pluie, et l'on fait sécher ces morceaux à une douce chaleur, sans dépasser 20 degrés.

Cette gélatine ainsi purifiée est conservée dans des flacons à large goulot bien bouchés.

### Application à la chromolithographie.

Le premier soin de l'artiste est d'établir un dessin au trait de l'objet à reproduire, très exact, qui, transporté sur la pierre, constituera la *planche de contours*.

Pour y arriver sûrement, le graveur a recours au calque pour lequel il emploie souvent des feuilles de gélatine spéciale dites *papier glace*, et sur lesquelles il calque à l'encre lithographique liquide, ou en entaillant plus ou moins profondément les feuilles de gélatines à l'aide de la pointe sèche. Ce dernier mode de faire demande une certaine habileté, car toute retouche est impossible.

Pour préparer ce *papier glace*, on commence par établir les solutions suivantes :

Gélatine blanche. . . . .	20 grammes.
Eau distillée froide . . . . .	125 —

Puis :

Colle de poisson. . . . .	5 grammes.
Eau distillée froide. . . . .	60 —

Lorsque la gélatine et la colle sont bien gonflées on chauffe les solutions au bain-marie, puis on les mélange en leur ajoutant 1 à 2 p. 100 d'alun dissous à saturation dans l'eau.

On en coule ensuite sur une glace frottée de fiel de bœuf et placée parfaitement horizontale, une épaisseur de 3 à 4-millimètres au plus. On a garni pour cela les bords de la glace d'un rebord en papier collé ou en mastic ; puis on laisse sécher la couche à l'abri de la poussière.

Le dessin calque ainsi obtenu est remis ensuite à l'imprimeur.

Lorsqu'il s'agit d'un calque en creux sur gélatine, on encre cette feuille avec de l'encre à reports, et l'on décalque sur pierre en évitant l'humidité, avec soin. Les tailles de la gélatine peuvent également être garnies avec de la sanguine en poudre. La feuille appliquée sur la pierre et pressée laisse un tracé léger que le dessinateur passe à l'encre lithographique.

Pour combattre la très fâcheuse influence qu'a l'humidité sur les feuilles de gélatine, on a cherché à insolubiliser celle-ci de diverses manières, entre autres par l'alunage et par l'action de l'alcool.

La gélatine, dans ces conditions, acquiert une dureté qui nuit alors à l'action de la pointe sèche. Les traits sont sans profondeur et souvent éraillés. C'est alors que le celluloid est venu remplacer en partie la gélatine pour cet usage.

Souvent certaines chromolithographies sont rehaussées par un vernissage, mais pour qu'une feuille imprimée puisse se vernir, il faut lui faire subir le plus souvent une préparation complémentaire qui consiste à couvrir l'impres-sion d'une couche isolante et transparente.

Les substances ordinairement employées dans ce but sont la colle d'amidon faible et bien cuite, la colle d'arrow-root, le gomme arabique blanche et la gélatine blanche.

La gélatine est encore employée dans un procédé analogue au vernissage et qui porte le nom d'*émaillage*.

Pour le mettre en œuvre, on choisit et l'on nettoie une certaine quantité de glaces un peu plus grandes que les imprimés à émailler.

Sur le bord de chaque glace, on passe un pinceau trempé dans l'albumine fraîche. Après un quart d'heure environ de dessiccation, on étend à l'aide d'un morceau de flanelle un peu de fiel de bœuf à la surface de la glace, sur le côté dont les bords sont albuminés.

D'autre part, on fait gonfler 100 grammes de belle gélatine blanche dans 1 litre d'eau froide, puis on fait fondre au bain-marie, on filtre au travers d'un linge fin, et l'on verse dans un vase maintenu à une température tiède.

On asperge alors une glace de quelques gouttes de gélatine fondue, puis on passe une feuille imprimée sur la cuvette contenant la gélatine et on l'applique vivement sur la glace.

On couvre alors avec une feuille de toile caoutchoutée mince, et à l'aide d'une râclette, on presse la feuille de papier contre la glace.

Ceci fait, on enlève la toile, puis la glace est mise à plat sur une table où elle doit rester jusqu'à dessiccation complète de la gélatine, c'est-à-dire pendant vingt-quatre heures environ.

Il suffit alors de passer une pointe aiguisée sur la bordure albuminée de la glace, pour que l'imprimé gélatiné se détache en quelque sorte de lui-même, le fiel de bœuf ayant isolé la glace de la couche de gélatine.

On peut aussi employer la gélatine en feuilles minces.

Si l'on utilise la gélatine liquide, une petite porportion d'alun, 1 à 2 p. 100 du poids sec de la gélatine, donne plus de solidité à l'émaillage.

## APPLICATION DE LA GÉLATINE A LA PHOTOGRAPHIE, A LA PHOTOTYPIE ET A LA PHOTOLITHOGRAPHIE

Il faut remonter à 1830 pour voir Poitevin proposer dans ses communications à l'Académie des sciences, d'employer la gélatine comme support de l'image négative en photographie.

Les communications suivantes résumant les procédés encore en usage, nous les citerons donc :

Pour préparer les papiers, Poitevin les recouvre d'une dissolution concentrée de gélatine additionnée d'un sel de chrome. Après dessiccation, les feuilles sont soumises à l'influence de la lumière directe ou diffuse au travers du cliché du dessin à reproduire.

Après un temps d'exposition variable, on applique au tampon ou au rouleau une couche uniforme d'encre grasse lithographique, éclaircie préalablement, puis on plonge la feuille dans l'eau.

Toutes les parties qui n'ont pas été impressionnées abandonnent alors le corps gras, tandis que les autres en retiennent des quantités proportionnelles à celle de la lumière qui a traversé le cliché.

Poitevin, en 1854, essayant l'action de la lumière sur une couche de gélatine coulée sur des plaques métalliques et additionnée de chromate acide de potasse, puis faisant intervenir la pile électrique obtient un dépôt très régulier de cuivre sur les parties non impressionnées. En outre, la couche de gélatine se gonflait seulement où la lumière n'avait pas agi.

Ce fut alors que cet inventeur chercha à mouler de nouveau ces surfaces. Il employa d'abord la cire, puis le soufre; mais la gélatine fondait. Enfin le plâtre donna des moules très satisfaisants.

C'est ainsi qu'il arriva à produire sur des plaques de cuivre des gravures en creux en se servant de positifs et des plaques gravées en relief en se servant de négatifs.

La gélatine que Poitevin employait était blanche et de première qualité. Il la coupait en petits morceaux, puis la faisait tremper dans l'eau distillée. Une quantité proportionnelle à l'épaisseur de la couche à obtenir était ensuite fondue au bain-marie puis additionnée de bichromate de potasse en solution concentrée.

L'inventeur coulait ensuite sur une plaque de doublé bien nettoyée à l'alcool et à la craie, ou sur une glace, puis laissait sécher spontanément à l'abri de la poussière et de la lumière.

Pour les plaques en creux, la gélatine doit avoir une très faible épaisseur. La couche sèche est impressionnée au travers du dessin positif; l'action se



produit en quelques minutes au soleil, on met alors la plaque tremper dans de l'eau ordinaire. Les parties non impressionnées se gonflent, et celles qui ont reçu l'action de la lumière forment des creux.

Pour obtenir des planches gravées, Poitevin employa deux procédés. Le premier consistait à mouler en plâtre la surface impressionnée et gonflée d'eau ; sur le moule en plâtre il faisait un second moule en gutta-percha qui était ensuite métallisé et sur lequel s'opérait le dépôt galvanique. Dans le second procédé, la gélatine était métallisée, puis le dépôt galvanique était directement effectué à sa surface.

Actuellement, pour obtenir le *négatif*, c'est-à-dire l'image renversée dans laquelle la transposition du blanc au noir est complète avec toutes les gradations de tons, on emploie deux procédés principaux, l'un qui donne pour base, sur le support choisi, papier, pellicule, ou glace, à la couche sensibilisatrice, le collodion normal, l'autre, la gélatine. Ce second procédé est dit au *gélantino-bromure d'argent*.

Les glaces, pellicules ou papier au *gélantino-bromure d'argent*, sont livrés prêts à être employés.

Pour l'image au *gélantino-bromure*, le développement ordinaire au sulfate de fer et à l'oxalate neutre de potasse est préférable. Le fixage se fait à l'hypo-sulfite de soude.

Lorsque l'on écrit ou que l'on dessine sur une pierre lithographique dans le même sens que sur le papier, l'impression donne une écriture ou un dessin renversés.

Le *négatif* photographique étant lui-même renversé ne peut donner directement qu'une planche redressée, laquelle à son tour ne peut produire que des épreuves renversées. Il est donc nécessaire de redresser le *négatif*.

S'il a été obtenu sur pellicule ou sur papier mince rien n'est plus facile. L'épaisseur du papier ou de la pellicule n'étant pas suffisante pour altérer l'image d'une façon sensible, on peut du même cliché, tirer à volonté des images redressées ou des images renversées, ce qui n'est pas le cas des *négatifs* obtenus sur glace.

Il faut dans ce cas, ou obtenir directement ces derniers dans le sens qu'ils devraient avoir, c'est-à-dire redressés, ou *pelliculariser* la couche sensible après que l'image y a été développée.

Lorsque l'on veut *pelliculariser* la couche mince de collodion sur laquelle on a développé l'image de façon à ce que, séparée de la glace qui lui sert de support, elle soit facilement maniable, il faut la doubler d'une substance transparente, souple, faisant corps avec elle, avant de la détacher de la glace.

On emploie dans ce but plusieurs procédés où la gélatine est utilisée.

### Méthode au collodion cuir.

M. Jeanrenaud prépare dans une capsule chauffée au bain-marie, 20 grammes de belle gélatine blanche coupée en morceaux et arrosée par 100 grammes d'eau.

La gélatine gonflée se dissout. On y ajoute, en remuant avec une baguette, environ 4 centimètres cubes de glycérine pure. Quand le mélange est bien intime on y ajoute 40 centimètres cubes d'une dissolution à 2 p. 100 d'alun et l'on conserve dans la capsule.

Pour gélatiniser le cliché, on se sert d'un cadre en bois muni de vis calantes dans lequel une forte glace est ajustée. Cette glace, mise de niveau, sert de support sur lequel sont placés les clichés pour laisser prendre la gélatine.

Tout étant ainsi disposé, on chauffe légèrement le cliché sur de la vapeur d'eau l'image en dessous. La condensation qui se produit sert de conducteur à la gélatine, laquelle coule alors facilement.

La quantité de gélatine à verser dépend de l'épaisseur que l'on désire avoir. La couche doit être aussi mince que possible si l'on doit employer le cliché des deux côtés.

Quand la gélatine est égalisée, on place le cliché sur la glace mise de niveau; au bout de quelques instants, on peut la dresser verticalement.

Lorsque la gélatine est entièrement sèche, on la recouvre de collodion renfermant une faible proportion d'huile de ricin. Cette dernière couche a pour but de protéger la gélatine contre l'humidité qu'elle pourrait absorber; il ne reste plus qu'à détacher la pellicule.

### Méthode à la glycérine.

D'après M. Vidal, on fait une dissolution composée de :

Gélatine ordinaire . . . . .	35 grammes.
Sucre. . . . .	6 —
Eau. . . . .	500 —
Glycérine . . . . .	5 —
Alcool ordinaire . . . . .	100 —

Il faut avoir soin de n'ajouter l'alcool que peu à peu et en agitant toujours, afin d'éviter la coagulation de la gélatine que produirait l'introduction immédiate d'une trop grande quantité de ce liquide.

Le cliché est posé bien horizontalement sur un pied à caler et le liquide ci-dessus est versé à sa surface, de façon à présenter une épaisseur de 2 millimètres environ.

Dès que cette couche a fait prise on la met à l'abri de toute poussière, et quand la dessiccation est complète, on procède à l'arrachement de la pellicule qui entraîne avec elle le négatif.

En général, toutes les pellicules de gélatine ont une tendance à l'enroulement parce qu'elles sont toujours plus ou moins hygroscopiques. On combat cette tendance à l'enroulement, en les plongeant après les avoir séchées dans un papier buvard dans le bain suivant :

Alcool . . . . .	4 parties
Glycérine . . . . .	2 —
Eau . . . . .	1 —

On les laisse ensuite sécher.

### Méthode à la gélatine.

Cette méthode indiquée par M. Woodbury a été simplifiée par M. Stebbing.

M. Woodbury immerge dans une cuvette d'eau une feuille de papier gélatiné, glisse dessus le négatif qu'il veut retourner, retire le tout de la cuvette, facilite l'adhérence avec une raclette en caoutchouc, puis, quand cette adhérence est parfaite, avant que la gélatine ne soit entièrement sèche, il procède à l'enlèvement.

La glace nettoyée est couverte de la mixture suivante :

Gélatine. . . . .	10,00 grammes.
Eau. . . . .	200,00 —
Alun de chrome. . . . .	0,02 —

On plonge dans l'eau froide le papier support du négatif, puis on glisse sur lui la glace ainsi préparée; le tout est retiré de l'eau et on laisse sécher.

Le négatif retourné se trouve fixé sur la glace. Il ne reste plus qu'à enlever la feuille de papier, ce qui se fait en plongeant la glace dans l'eau chaude qui ramollit la couche de gélatine non alunée.

M. Stebbing commence par couvrir le négatif d'une couche de collodion normal. Lorsque cette couche est sèche, il vernit les bords, détruit l'adhérence du négatif avec la glace par un bain dans l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique, lave à l'eau pure et laisse sécher.

Il coule alors à sa surface une couche de gélatine très claire, y applique une feuille de gélatine collodionnée, la surface collodionnée en dessus, chasse l'excès du liquide et assure ensuite l'adhérence avec une raclette en caoutchouc, puis laisse sécher avant de procéder à l'enlèvement de la pellicule ainsi formée.

### Sensibilisation de la gélatine.

C'est Vauquelin qui, le premier, constata que certains composés oxygénés du chrome, en présence de matières organiques, cédaient promptement à celles-ci sous l'influence de la lumière une partie de leur oxygène.

Cette action des sels acides du chrome se manifeste surtout sur la gélatine. Si cette substance dissoute dans l'eau est additionnée d'une solution de chromate acide de potasse, puis étendue en couche mince à la surface d'un corps

exposé ensuite à l'action de la lumière, on s'aperçoit qu'elle change de nature et devient plus ou moins insoluble dans l'eau.

C'est sur cette propriété que sont basés les procédés au bichromate inventés par Poitevin.

Ces procédés sont de diverses natures; les premiers ont trait à la reproduction de l'image par les moyens lithographiques en se servant comme planche d'impression de la matière organique elle-même sur laquelle cette image a été chimiquement développée, ces premiers procédés ont reçu le nom de *phototypie*.

Les autres fixent cette image sur les supports lithographiques ordinaires, soit directement, soit au moyen du report. Ils constituent plus spécialement la *photolithographie*.

En général, on ne doit sensibiliser que peu de gélatine à la fois, car les sels de chrome agissent sur elle-même dans l'obscurité; au bout de quelques jours, la gélatine perdrait toute sensibilité.

Suivant les divers procédés employés, la proportion de chromate acide de potasse par rapport à la gélatine peut varier depuis 20 jusqu'à 6 de sel pour 125 ou 12 de gélatine, quelquefois additionnée de colle de peau ou de poisson.

En général, la préparation se fait ainsi : on prend 500 grammes d'eau sur laquelle on prélève ce qui est nécessaire pour dissoudre le chromate; puis, les colles étant fondues au bain-marie avec le restant de l'eau, on y incorpore cette solution en ayant soin de bien mélanger.

Lorsque la préparation sensible est prête, il reste à l'étendre le plus rapidement possible sur la surface qui doit servir de support et à la faire sécher promptement.

La dessiccation demande deux ou trois heures au plus. Si elle est trop lente, la cristallisation du sel de chrome qu'il faut éviter, peut se produire. Mais si l'étuve est trop chaude, les surfaces manquent de régularité. En outre, il faut éviter la poussière avec le plus grand soin.

Lorsque la couche de gélatine sensibilisée doit avoir pour support une plaque de métal, il suffit pour assurer l'adhérence d'un grainage très fin comme on le pratique sur les feuilles de zinc destinées aux travaux d'impression.

Mais il n'en est pas de même lorsque le support est une glace comme pour les planches destinées à l'impression phototypique. Dans ce cas, d'après M. Roux, on revêt les glaces d'une préparation préliminaire destinée à protéger la couche de gélatine contre les effets de l'humidité.

Si l'on donne à la gélatine un support souple comme le papier ou le parchemin végétal, par exemple, soit pour faire des reports directs, soit pour des tirages à l'autocopiste photographique, il est inutile de sensibiliser la gélatine à l'avance.

La couche de gélatine ne doit être ni trop mince ni trop épaisse. Trop mince, l'encre serait difficile. Si elle est trop épaisse, elle gonfle outre mesure au développement de l'image.

M. Fortier indique le tour de main suivant :

Sur une glace épaisse bien horizontale, on étend une feuille de papier régu-

lièrement humectée; on l'entoure de quatre réglettes de verre posées à plat et formant cuvette, puis on coule la gélatine tiède en évitant les bulles d'air.

On peut aussi faire flotter le papier humide à la surface d'une cuvette plate dans laquelle la gélatine est maintenue à la température nécessaire pour rester liquide.

Pour humecter le papier ou le parchemin végétal, on peut l'intercaler dans un cahier de papier non collé, mouillé avec de l'eau aiguisée d'un peu de glycérine.

D'autre part, on prépare les solutions suivantes :

Gélatine. . . . .	100 grammes.
Alun de chrome . . . . .	1 —
Eau. . . . .	200 —
Glycérine pure . . . . .	3 —

Le papier gélatiné peut se conserver longtemps à l'abri de l'humidité. Quand on doit l'employer, on le sensibilise en le plongeant entièrement, côté gélatiné en dessus, dans une cuvette plate contenant un bain de :

Chromate rouge de potasse . . . . .	15 grammes.
Eau. . . . .	500 —
Ammoniaque. . . . .	Quelques gouttes.

Avec un blaireau que l'on passe à la surface pendant qu'il est ainsi immergé, on enlève soigneusement toutes les bulles d'air afin que le chromate puisse agir partout.

Après dix minutes d'immersion, on le retire et on l'étend, le côté gélatiné en dessous sur une glace que l'on a au préalable nettoyée, talquée, puis essuyée.

Toutes ces opérations peuvent se faire à la lumière ordinaire, sauf le séchage.

## PROCÉDÉS DIVERS DE PHOTOTYPIE A L'AIDE DE LA GÉLATINE

### Autocopiste.

Cet appareil est déjà ancien. Il se compose d'un plateau en bois dur sur lequel se monte un cadre à deux châssis pouvant d'un côté être assujéti au plateau par un verrou. Des griffes métalliques fixent l'un à l'autre les deux châssis.

Un bloc de bois blanc est glissé sur le plateau entre deux coulisseaux; lorsque l'appareil est fermé, ce bloc fait légèrement saillie.

Nous venons de voir comment se préparait le papier ou parchemin géla-

tinisé et sensibilisé. Pour l'employer dans l'autocopiste, on commence par le placer dans un châssis-presse sous le négatif de l'image à reproduire et l'on expose ce châssis à la lumière diffuse. On ne doit employer la lumière directe du soleil que pour les reproductions de gravures au trait dans lesquelles les blancs et les noirs sont nettement accusés.

Lorsque les détails et les demi-teintes qui correspondent aux parties noires du cliché commencent à paraître, l'image est à point. Le temps d'exposition dépendant de la nature du négatif et de l'intensité de la lumière est nécessairement très variable. Certains négatifs au trait devront rester exposés cinq minutes au soleil; d'autres, à demi-teintes, demanderont plus d'une heure d'exposition à l'ombre, quelquefois même beaucoup plus.

Quand l'image apparaît dans tous ses détails sur la couche de gélatine chromatée, on enlève le négatif du châssis-presse, puis on retourne la feuille de parchemin de façon à faire porter sur la glace du châssis le côté non préparé, on referme et l'exposition à la lumière se fait pendant un quart d'heure au maximum.

Par cette seconde exposition on insolubilise au travers du parchemin la surface de la couche sensible en contact avec lui et l'on assure son adhérence.

Le parchemin est alors retiré du châssis, puis plongé dans une cuvette dont l'eau est renouvelée à plusieurs reprises pendant au moins deux heures, jusqu'à ce que toute trace de jaune dans les blancs ait disparu. Le sel chromique qui n'a pas agi est alors entièrement éliminé. On fait sécher tranquillement la feuille de parchemin en évitant avec soin la poussière. Ces planches une fois sèches peuvent se conserver très bien dans un carton.

Si l'on veut imprimer à l'aide d'une feuille ainsi préparée, on la fait tout d'abord tremper dans l'eau froide pendant une demi-heure, en prenant la précaution de chasser toutes les bulles d'air. L'excès d'eau s'enlève ensuite avec deux feuilles de papier buvard entre lesquelles on tamponne la planche.

Le bloc occupant le milieu de l'autocopiste est alors enlevé ainsi que le châssis supérieur du cadre, puis on dispose la feuille sur le châssis inférieur en ayant soin de placer le côté préparé en dessus et de bien centrer l'image.

La feuille se trouve prise par les marges entre les deux châssis. On ouvre alors le cadre et l'on replace le bloc sur lequel on dispose un *blanchet* (1), puis la plaque métallique.

Le cadre est ensuite refermé lentement pour que la tension produite par la saillie du bloc se fasse progressivement. Le verre étant poussé, la tension se fait régulièrement dans tous les sens, l'image alors se présente sur une surface plane reposant sur la plaque métallique à laquelle le blanchet donne une élasticité relative.

La planche est recouverte avec la solution suivante :

Eau. . . . .	300 grammes.
Glycérine. . . . .	700 —
Ammoniaque. . . . .	30 —
Azotate de potasse. . . . .	15 —

(1) Morceau d'étoffe dont on garnit en général le tympan d'une presse pour rendre le foulage plus égal, et pour garantir le caractère d'imprimerie.

Cette liqueur agit pendant une demi-heure, puis est enlevée par une fine éponge en ayant soin de ne pas frotter.

Quand toute humidité a disparu, l'encrage peut commencer. Un premier rouleau chargé d'encre d'une dureté moyenne sert à donner l'encrage de fond. Quelquefois, pour compléter cet encrage et faire bien ressortir les demi-teintes, on fait usage d'un second rouleau chargé d'encre plus faible dont la teinte est en rapport avec l'effet désiré.

Quand la planche est encrée, on la couvre d'une *cache* en papier paraffiné avec laquelle on protège les marges. Sur la feuille de tirage est disposé un papier satiné, puis un blanchet mince, une feuille de bristol ou de carton, et le tout est soumis à l'action d'une presse à copier. Cette pression a pour résultat de faire abandonner l'encre à la planche et de la faire fixer sur le papier.

Quand la planche tend à se voiler, on lave à l'essence sans frotter, on tamponne pour enlever le liquide, puis on mouille avec la solution indiquée précédemment avant d'encre à nouveau.

Lorsque le tirage est terminé, la planche est de nouveau lavée à l'essence, tamponnée, retirée du cadre, rincée pendant une demi-heure à l'eau froide, puis séchée et remise en carton pour servir à un tirage ultérieur.

### Procédé Albert ou Albertypie.

Ce procédé est peu différent de celui de Poitevin, il est exploité par l'imprimerie Lemercier.

On place bien horizontalement une glace épaisse bien dépolie et bien lavée à l'alcool sur un cadre à vis calantes.

La solution employée contient :

Gélatine. . . . .	6 grammes.
Eau. . . . .	300 —
Chromate rouge de potasse . . . . .	6 —

Cette liqueur est additionnée de 100 centimètres cubes d'albumine, puis bien battue et filtrée à 25 degrés.

On étend ce liquide à consistance sirupeuse sur la glace ; la couche est plus ou moins épaisse. Quand la prise est complète, la glace est séchée dans une étuve à 30 degrés.

Après cette dessiccation, la glace est posée sur une petite planche garnie de drap noir ; le drap étant en contact avec la gélatine, puis le tout est exposé à la lumière pendant environ dix minutes.

La surface de la couche gélatineuse touchant à la glace est insolubilisée, tandis que celle qui touche le drap noir est protégée contre l'action de la lumière.

La glace est ensuite lavée à l'eau pendant une demi-heure et séchée avec les précautions indiquées déjà.

Quand on veut ensuite utiliser la glace ainsi préparée, on l'immerge dans

de l'eau à 40 degrés environ, puis on la fait égoutter, on la met de niveau et on coule dessus la couche de gélatine sensibilisée qui doit être le sujetif direct de l'image.

Cette seconde couche est plus ou moins épaisse suivant la nature de l'image. On fait sécher à 30 degrés, puis on insole sous le négatif choisi. Enfin, la glace est rincée, puis abandonnée dans la position verticale au séchage ordinaire.

### Procédé Monckhoven.

Quand on applique ce procédé, on prend une glace finement dépolie sur une de ses faces et qui a été bien lavée à l'alcool, puis on la recouvre sur le côté dépoli avec un mélange à volumes égaux d'eau et d'albumine.

La glace est lavée à l'eau pure, puis séchée, enfin trempée pendant environ une minute dans de l'eau renfermant 5 p. 100 d'acide chromique. Quand elle a été bien égouttée, on coule dessus le mélange suivant :

Gélatine . . . . .	10 grammes.
Sucre candi. . . . .	5 —
Chromate jaune de potasse . . . . .	5 —
Eau distillée . . . . .	100 —

Quand la couche a bien fait prise, on la chauffe à 50 degrés jusqu'à dessiccation parfaite. La glace est alors prête pour être insolée sous un négatif.

Nous n'entrerons pas dans le détail d'autres procédés analogues, tels que ceux de MM. Moock, Borlinetto, Husnik, Waterhouse, etc..., mais nous dirons seulement quelques mots de ceux de MM. Despaquis et Roux.

### Procédé Despaquis.

Dans ce mode de faire, la couche de gélatine chromotée, supportée soit par une feuille de verre, comme dans le procédé Albert, soit par une couche de collodion cuir ou même de papier, en un mot par un corps translucide, est exposée sous le cliché à la façon ordinaire.

Ceci fait, on insole à nouveau par le dos de façon à ce que cette seconde insolation arrive jusqu'aux demi-teintes de l'image.

De cette façon il ne se trouve plus sous l'image de couche perméable à l'eau. Les deux insolutions s'étant rencontrées, forment comme les deux mailles d'une chaîne. On juge que la seconde insolation est arrivée au point voulu par le voile qui se produit sur l'épreuve qui semble prête à disparaître.

La couche de gélatine est ainsi rendue insoluble dans toute son épaisseur, et devient imperméable à l'eau, sauf dans une partie extrêmement mince de sa surface, suffisante cependant pour prendre l'eau qui repoussera l'encre des points où doivent exister les blancs et les demi-teintes. L'eau ne peut donc plus s'insinuer entre le support et l'épreuve, ramollir la gélatine non insolée et faire perdre à la planche d'impression toute solidité.



En outre, il n'y a plus de gonflement de la gélatine, par conséquent on conserve toute la finesse et toute la pureté du dessin.

Au lieu de mouiller à l'éponge et d'être obligé d'essuyer au tampon sec, on mouille la surface au moyen d'un rouleau dur en pierre poreuse ou recouvert d'une étoffe lisse imbibée d'eau. Le mouillage se fait ainsi régulièrement.

Si la gélatine se gonfle un peu, l'eau ne s'accumulera pas dans les creux qui doivent prendre l'encre, avantage qui conserve aux épreuves toute leur pureté, quelle que soit l'importance du tirage.

### Procédé Roux.

M. Roux, pour préparer sa couche sensible, fait deux opérations.

La première est destinée à favoriser l'adhérence de la couche de gélatine à la surface de la glace, et par suite permet de longs tirages.

La seconde consiste dans l'application d'une mixture sensible.

L'albumine coagulée est la base de la première opération. On lui ajoute pour favoriser la coagulation soit des chromates alcalins, soit des silicates alcalins.

La formule, indiquée de préférence par M. Roux, est la suivante :

Albumine. . . . .	200 centimètres cubes.
Eau. . . . .	400 —
Ammoniaque à 26 degrés . . . . .	200 —
Chromate acide d'ammoniaque . . . . .	25 grammes.

La glace est nettoyée soigneusement avec de l'ammoniaque, puis essuyée avec un linge fin, placée bien horizontalement et recouverte par la mixture précédente. On égoutte et l'on fait sécher la glace, puis on l'expose pendant deux minutes au soleil, ou huit minutes à la lumière diffuse, enfin on la sensibilise, au moyen du mélange suivant, à 60 degrés.

Eau. . . . .	500 grammes.
Gélatine grenétine. . . . .	12 —
Gélatine dure. . . . .	10 —
Colle de poisson . . . . .	6 —
Chromate acide de potasse. . . . .	6 —
Chromate acide d'ammoniaque. . . . .	6 —

La couche doit avoir de 3 à 4 millimètres d'épaisseur. On place ensuite la glace ainsi préparée dans une étuve à 60 degrés. Au bout de deux heures, on laisse refroidir avant d'insoler sous le négatif.

Suivant la nature des clichés employés, on pourra modifier les formules générales.

Plus le corps sensibilisateur est en excès, plus la sensibilité est grande. Si donc l'opérateur a un cliché faible, il devra diminuer la dose des chromates. Si au contraire il emploie un cliché fort ou voilé, il augmentera cette dose.

Lorsque la gélatine a trop absorbé d'humidité les blancs s'accroissent, les

demi-teintes noyées disparaissent. Dans ce cas, on suspend le tirage pour permettre à l'eau en excès de s'évaporer.

Si au contraire l'épreuve a une tendance à l'empâtement, c'est que l'encre n'est pas assez forte, ou c'est que la couche n'est pas suffisamment humide.

Dans le second cas, on enlève la planche à l'essence, puis on humecte avec de l'eau chargée de quelques gouttes d'ammoniaque ou de fiel de bœuf bien pur.

En général, dans toutes ces préparations les produits chimiques employés doivent être parfaitement purs.

### Emploi de la gélatine dans la Photolithographie.

Dans la photolithographie, on obtient par l'impression la reproduction de l'image fixée sur la pierre, sur le métal ou sur tout autre support sans l'interposition du subjectile qui caractérise la phototypie.

La planche peut s'obtenir soit directement, soit par voie de report.

La photolithographie s'applique actuellement surtout à la reproduction des planches au trait ou au pointillé.

Nous n'avons à parler que de l'application de la gélatine à cette partie de l'art du graveur.

M. Rodrigue emploie cette substance de la manière suivante

On couvre une plaque de zinc préparée comme pour recevoir un transport lithographique d'une couche liquide comprenant :

Gélatine . . . . .	3 grammes
Chromate acide d'ammoniaque . . . . .	1 —
Eau. . . . .	100 —

Une fois sèche, cette plaque est insolée sous un négatif. L'insolation peut durer de deux à cinq minutes au soleil, ou de cinq à quinze minutes à la lumière diffuse.

On fait ensuite table noire au rouleau, puis on la plonge pendant deux ou trois heures dans l'eau froide. La planche, après cette immersion, est dégagée au rouleau, et l'encre ne reste que sur les parties insolées. Elle est alors soumise à l'action de l'eau tiède pendant assez longtemps pour que la couche de gélatine chromatée soit dissoute dans les parties non impressionnées; ensuite on la laisse égoutter.

Finalement, la surface de la planche est mouillée avec la composition suivante :

Eau. . . . .	1000 grammes.
Gomme arabique . . . . .	40,0 —
Sulfate de cuivre. . . . .	2,0 —
Acide gallique . . . . .	5,0 —
Acide azotique . . . . .	0,5 —

Quand la planche est sèche on la lave à l'eau, puis on l'encre; elle peut alors servir à l'impression lithographique.

Nous terminerons ces considérations par l'indication d'un nouveau procédé de collage du papier qui peut trouver sa place ici, en ce sens qu'il présente un grand intérêt pour la chromolithographie.

Ce procédé de collage est celui qui a pour base l'emploi de la caséine ammoniacale, soit employée seule, soit employée comme adjuvant du savon de résine.

Le papier ainsi collé ne jaunit pas et conserve toujours sa nuance blanche. Sa souplesse et sa solidité sont très grandes. Un satinage à la calandre lui fait acquérir un poli parfait et un très beau brillant.

Son imperméabilité est supérieure à celle de tous les autres papiers. Enfin, la présence de l'ammoniaque libre au moment du collage de la pâte à papier, neutralise complètement toute trace de chlore, ce qui a une très grande importance si l'on songe à l'action destructive que le chlore peut avoir par la suite sur les couleurs d'une chromolithographie.

## DYNAMITE-GOMME OU GÉLATINE EXPLOSIVE

L'explosif qui porte ce nom a été inventé et rendu industriellement pratique, comme la dynamite, par M. Nobel qui, en dotant l'industrie de la *dynamite-gomme*, nommée aussi *gélatine explosive*, a mis à la disposition des mineurs un explosif qui offre plus de sécurité encore que les poudres à base de nitroglycérine, et dont les effets sont égaux et même supérieurs à ceux de la nitroglycérine.

Nous parlerons ici de ce corps dont l'aspect extérieur est tout semblable à celui de la gélatine ordinaire.

La gélatine explosive est quelquefois formée de 93 à 94 pour cent de nitroglycérine et de 7 à 6 pour 100 de fulmicoton soluble, ou collodion. Suivant la quantité de fulmicoton employée, on peut obtenir à volonté une sorte de sirop de miel ou de corps élastique ayant l'aspect de la corne et offrant la résistance d'une gomme. Actuellement, cette matière comprend l'une des deux compositions suivantes :

Nitroglycérine.. . . . .	83
Collodion sec. . . . .	5
Azotate de soude . . . . .	10
Farine . . . . .	2
	<hr/>
	100

ou :

Nitroglycérine . . . . .	58,0
Azotate de soude . . . . .	34,0
Collodion sec . . . . .	2,5
Farine . . . . .	5,0

La fabrication de cette substance, en produisant un mélange très intime des matières, donne un produit gélatineux solide où l'huile explosive est complètement solidifiée.

En gélatinisant la nitroglycérine on a augmenté la sécurité, car les cartouches qui la renferment à cet état ne présentent plus les dangers d'exsudation qui se produisent quelquefois avec les cartouches de dynamite ordinaire.

On comprend en effet que si la nitroglycérine, corps huileux, peut facilement sous l'influence de l'humidité exsuder de la silice à laquelle elle se trouve associée dans les cartouches de dynamite ordinaire, il ne peut en être de même avec une substance d'une consistance gélatineuse inaltérable à l'eau.

La dynamite-gomme en effet n'est plus un simple mélange, mais plutôt une combinaison entre les absorbants.

Sa puissance supérieure tient à ce que les éléments qui entrent dans sa composition, carbone, hydrogène, oxygène et azote, y sont dans des proportions telles que leur combustion est plus complète.

La dynamite-gomme paraît se rattacher aux dynamites à détonation lente et produire des effets analogues à ceux du *gun cotton* plutôt qu'à ceux de la dynamite ordinaire.

Lorsque cette matière n'est pas insensibilisée, elle se présente sous la forme d'un corps élastique transparent ayant une couleur d'un beau jaune ambré. Sa densité est en moyenne égale à 1,6.

La dynamite-gomme peut se débiter comme une pâte. On peut la soumettre à de très fortes pressions sans provoquer l'exsudation de la nitroglycérine.

Cet explosif, soumis à l'action du feu, brûle tranquillement en crépitant, mais sans détoner. La détonation ne s'obtient généralement qu'en employant des amorces spéciales.

Le maniement de la dynamite-gomme présente de grandes sécurités, et c'est ce qui constitue son principal avantage. Nous verrons plus loin dans quelles conditions le choc peut amener son explosion. Elle est inaltérable à l'eau; un séjour même assez prolongé dans ce liquide ne lui fait pas perdre ses propriétés explosives.

Son emploi est surtout avantageux dans les cas suivants :

- 1° Quand le forage des trous de mine est difficile et coûteux;
- 2° Quand les travaux doivent être rapidement conduits;
- 3° Quand la roche à attaquer est sous l'eau ou aquifère.

Quand on veut employer la dynamite-gomme, on détermine le diamètre des trous de mine et leur emplacement, en tenant compte de la force de l'explosif.

Quant à leur profondeur, elle peut être notablement réduite. En effet, avec les explosifs peu puissants, cette profondeur doit toujours être plus grande que la ligne de moindre résistance. (La ligne de moindre résistance est la distance la plus courte de la charge à la paroi extérieure.) Avec la dynamite-gomme, au contraire, on obtient des résultats très avantageux, même avec la disposition inverse.

La dynamite-gomme se présente généralement en cartouches de 12 centimètres de longueur, pesant environ 80 grammes.

Pour charger, on prend la quantité de cartouches nécessaire pour constituer la charge, on les coupe toutes en deux par le milieu, et on les fend ensuite dans le sens de la longueur, mais d'un côté seulement. On introduit alors dans le trou de mine les demi-cartouches les unes après les autres, en ayant soin que la partie coupée se trouve tournée vers le fond, et en bourrant chacune d'elles énergiquement avec un bourroir en bois.

On ajoute ainsi successivement toutes les demi-cartouches les unes sur les autres, toujours dans le même sens, de façon que le bourroir appuie toujours sur le papier qui recouvre l'extrémité non coupée.

Il faut comprimer fortement et écraser chaque demi-cartouche l'une sur l'autre au fur et à mesure qu'on les superpose. Cette précaution est importante, car il est absolument indispensable qu'il n'y ait pas de vide dans la charge.

Il faut également avoir soin que le bourroir reste toujours bien propre; on doit l'essuyer avec précaution, surtout si l'on s'aperçoit qu'en le retirant du trou il ramène de la dynamite-gomme.

Lorsque toute la charge est mise en place, on ajoute la cartouche-amorce.

Ces cartouches-amorces sont de petites cartouches ayant 30 millimètres de longueur; elles sont destinées à recevoir la capsule et à faire détoner la charge.

L'emploi de ces cartouches spéciales a pour effet de déterminer l'explosion totale de la charge et de donner plus de facilité pour assujettir convenablement la capsule.

Pour exécuter cette dernière opération, voici comment on procède :

On prend des capsules extra-fortes, dont l'usage est plus spécialement recommandé avec la dynamite-gomme.

Après avoir débarrassé l'une de ces capsules de la sciure de bois dans laquelle on les emballe ordinairement, on s'assure que le fulminate est bien à découvert, puis on la fixe à la mèche de la façon suivante :

On abat à l'aide du premier cran d'une pince à sertir un morceau de l'extrémité de la mèche d'environ 1 centimètre et on introduit cette mèche ainsi rafraîchie dans la capsule, en ayant soin de la faire descendre jusque sur le fulminate.

Puis, à l'aide du second cran de la pince à sertir, on sert solidement la partie supérieure de la capsule sur la mèche, à 2 millimètres environ du bord.

On ouvre ensuite le papier de l'extrémité de la cartouche après avoir fixé une ficelle sur la mèche tout contre la capsule et l'on introduit celle-ci dans la dynamite jusqu'aux trois quarts de sa longueur environ. On fait ensuite passer la ficelle autour du papier rabattu sur la mèche, puis on fait une solide ligature en croix.

La cartouche-amorce ainsi préparée est poussée sur la charge qui est déjà dans le trou de mine. On presse légèrement pour assurer le contact avec la charge, mais on ne doit jamais frapper dessus avec le bourroir, car on pourrait changer la position de la capsule et même la faire sortir de la dynamite.

Il arrive quelquefois qu'en bourrant et en tirant sur la mèche la capsule se détache de la mèche ou sort de la dynamite, ce qui constitue un raté.

Pour parer à cet inconvénient, on peut faire confectionner des cylindres en papier au fond desquels on place la cartouche-amorce; de cette façon, on peut éviter les ratés.

D'ailleurs, si un coup de mine vient à rater, le mineur, qui connaît toujours exactement la hauteur du bourrage qu'il a fait, doit débourrer son trou de manière à laisser environ 15 centimètres de bourrage au-dessus de l'explosif.

On y replace alors une cartouche de dynamite-gomme munie de son amorce, on rebourre et l'explosion de cette seconde charge détermine par influence celle de la première.

Lorsque la cartouche-amorce est placée, on procède ensuite à un bourrage aussi résistant et aussi soigné que possible, en commençant par du papier ou par de petites bourres, soit en briques pilées, soit en sable renfermé dans du

papier. A la troisième bourre, il faut comprimer solidement et continuer de même jusqu'à ce que le trou de mine soit rempli. Dans tout ce travail, il faut toujours se servir de bourroir en bois.

Lorsque les trous de mine sont forés verticalement dans des roches aquifères, il suffit comme bourrage de remplir le trou avec de l'eau. Dans ce cas, on doit employer une mèche imperméable et avoir grand soin que le sertissage de la capsule sur la mèche soit fait soigneusement et enduit d'un corps gras pour que l'eau ne puisse pas mouiller le fulminate. Le suif ou la terre grasse suffisent pour garnir le joint de la capsule et de la mèche.

Quand l'explosion d'une mine dégage des gaz désagréables, on peut être certain que cela tient à ce que la dynamite a brûlé en partie sans faire complètement explosion. Il faut en attribuer la cause aux circonstances suivantes :

On n'a pas employé de capsules assez fortes, ou les capsules étaient humides.

Ou les capsules ne sont pas restées à leur place dans l'explosif, ou la mèche était mouillée, ou la dynamite était gelée.

On doit, dans les charges de dynamite-gomme, observer les règles suivantes :

On donne à chaque coup de mine une résistance quatre fois plus grande qu'avec la poudre noire.

Le diamètre des trous de mine doit être plus faible qu'avec la poudre noire, surtout quand l'on opère à ciel ouvert. Il suffit généralement d'un diamètre de 25 millimètres environ.

Pour accélérer le travail et obtenir en carrières beaucoup de déblais dans un temps relativement court, il faut pratiquer des trous de mine de grande profondeur et d'un diamètre aussi réduit que possible.

La disposition de ces trous sera déterminée par la conformation de la carrière, de façon à ce qu'ils puissent étendre leur action au cube de pierres à enlever le plus grand possible.

Leur charge pourra se calculer comme suit :

On emploie la formule :

$$P = \frac{2}{3} c m^3,$$

dans laquelle  $P$  est le poids de la charge en kilogrammes,  $m$  la ligne de moindre résistance en mètres,  $c$  un coefficient qui varie suivant la nature du terrain et l'espèce de dynamite.

Pour la dynamite-gomme,  $c$  varie de 0,40 à 0,25.

Dans le cas de sautages sous-marins, on peut employer pour la dynamite-gomme la formule :

$$P = 0,44 m^3.$$

Lorsque la charge est connue, il faut la loger au fond du trou de mine sans qu'elle occupe plus du tiers de sa longueur totale.

Pour cela, on sera quelquefois obligé d'élargir la capacité de la chambre

de charge en y faisant détoner une ou plusieurs catouches sous un bourrage de 20 à 25 centimètres de sable ou d'eau.

Ce procédé est plus avantageux que celui qui consiste à creuser dans le calcaire des chambres de mine à l'aide de l'acide chlorhydrique.

Quand on veut obtenir en gros blocs les matériaux à extraire, comme dans le cas des pierres de taille, des ardoises, etc., il faut faire des trous de mine profonds et employer des charges n'occupant pas toute la capacité du forage.

En général, la longueur occupée par la charge doit être :

Dans les cas les plus défavorables, pour les roches dures, du tiers ou du quart de la profondeur du trou de mine.

Dans les cas les plus faciles, avec une ou deux faces libres, cette longueur peut descendre au cinquième.

En résumé, l'emploi de la dynamite-gomme permet d'augmenter la ligne de moindre résistance, de diminuer ainsi le nombre des trous de mine à forer, et d'économiser beaucoup de main-d'œuvre.

Si nous comparons les effets produits par la poudre noire, la dynamite ordinaire et la gélatine explosive, nous trouvons :

	POUDRE NOIRE	DYNAMITE	GÉLATINE EXPLOSIVE
Nombre de trous de mine . . .	80	24	12 à 16
Profondeur des trous . . . . .	0,70 à 0,90	1,20 à 1,60	1,30 à 1,50
Diamètre des trous . . . . .	0,040 à 0,070	0,025	0,020
Poids de la charge . . . . .	34 kilog.	16 à 20 kilog.	10 à 14 kilog.

La force de la gélatine explosive est à celle de la dynamite n° 1 comme 3 est à 1. Avec 3 trous de mine chargés de gélatine, on obtient le même résultat qu'avec 9 trous de mine chargés de dynamite n° 1.

En outre, les gaz provenant de l'explosion de la gélatine sont moins fatigants que ceux de la dynamite n° 1, qui contiennent en suspension des corps inertes.

En substituant la gélatine explosive à la dynamite n° 1, on peut réaliser une économie supérieure aux  $\frac{2}{3}$  des frais de perforation.

Des expériences ont été faites d'ailleurs pour fixer ces divers points, elles conduisent aux résultats suivants :

La dynamite-gomme se conserve indéfiniment sous l'eau.

Elle n'abandonne sa nitro-glycérine dans aucun cas, même sous une très forte pression.

Elle reste insensible aux chocs, aux vibrations dans certaines limites.

Le feu ne la fait pas détoner; mise en contact avec un corps enflammé elle brûle simplement.

Le comité impérial autrichien a fait sur cette substance, en 1878, les expériences suivantes :

Deux morceaux de gélatine explosive, d'un volume de 4 centimètres cubes, ont été tenus sous l'eau pendant 12 jours. Ils n'ont rien perdu de leur poids, ni de leur consistance; il ne s'en est séparé aucune trace de nitroglycérine. La



surface supérieure semblait recouverte d'une peau blanchâtre. Cette couche blanche s'étendait jusqu'à 5 millimètres de profondeur à l'intérieur des morceaux de gélatine, mais elle disparut quand la substance eut été mise au sec pendant vingt-quatre heures. La consistance et la force étaient restées les mêmes.

Un petit cube de gélatine de 1 centimètre de côté fut soumis pendant trois heures, à diverses reprises, à la pression de 2.000 kilogrammes, la matière ne présenta aucune trace d'exsudation.

Une masse de 100 centimètres cubes de gélatine insensibilisée (1) fut tassée dans un récipient de 10 centimètres de base et de 1 centimètre de hauteur. Le récipient en tôle fut assujéti à une plaque de fer de 50 millimètres d'épaisseur et on tira sur le tout à une distance de 25 mètres, avec un fusil de guerre, sans produire d'explosion.

Ces diverses expériences montrent que la dynamite-gomme offre dans son maniement des conditions de sécurité assez grandes.

Des expériences spéciales auxquelles nous nous sommes livré sur cette matière nous ont démontré que la dynamite-gomme emprisonnée à l'état de cartouche entre deux surfaces de fer détone sous un choc égal à 25 kilogrammètres, et qu'à l'état libre entre deux surfaces de fer l'explosion se produit sous un choc de 20 kilogrammètres; lorsque la matière a été fortement insolée ce nombre descend à 15 kilogrammètres; si, au contraire, la matière a été humidifiée dans un courant de vapeur d'eau, ce nombre remonte à 30 kilogrammètres. De la dynamite-gomme gelée détone également dans ces conditions à 30 kilogrammètres. Dans ce dernier cas, la dynamite-gomme étant emprisonnée entre deux surfaces minces de bois ne détone plus que sous un choc de 117 kilogrammètres.

---

(1) 4 à 5 p. 100 de nitrobenzine, d'acétine, ou de camphre ajoutés à la gélatine explosive lui enlèvent assez de sensibilité pour la transformer en un très bon explosif de guerre.

## CHAPITRE IV

---

### EXAMEN, ESSAIS DES GÉLATINES ET DES COLLES

---

La gélatine telle qu'on l'extrait par les divers procédés que nous avons décrits précédemment ne se présente pas sous le même aspect lorsqu'elle provient de matières premières différentes.

C'est ainsi que :

La *colle de veau pure* est très transparente, elle présente la couleur de l'écaille blonde.

La *colle de bœuf* est très transparente, d'un jaune assez rougeâtre.

La *colle de mouton* est translucide, sa couleur est d'un ton faux rouge un peu terne.

La *colle de cheval* est à peu près opaque, brun rouge foncé.

La *colle de poisson en tablettes* ressemble assez à celle du bœuf, mais est plus transparente.

La *colle de volailles* est translucide, d'une couleur brune un peu terne.

Les densités des colles pures sont les suivantes :

Colle de poisson du commerce . . . . .	1,209
Colle de bœuf . . . . .	1,229
Colle de volailles . . . . .	1,221
Colle de poisson en tablettes . . . . .	1,231
Colle de cheval . . . . .	1,342
Colle de mouton . . . . .	1,344
Colle de veau . . . . .	1,352

Pour les colles mélangées on obtient les nombres ci-après :

Bœuf et rognures . . . . .	1,315
Colle anglaise . . . . .	1,347
Bœuf et veau . . . . .	1,350
Patins de bœuf et nerfs . . . . .	1,351

Nous avons dit que les colles sont hygrométriques mais elles ne sont pas toutes au même degré, c'est ainsi qu'après vingt-quatre heures d'exposition à l'humidité elles absorbent l'eau dans les proportions suivantes :

Colle de volailles . . . . .	23,0 p. 100.
Colle de poisson . . . . .	11,0 —
Colle de veau . . . . .	4,0 —
Colle de cheval . . . . .	3,0 —
Colle de mouton . . . . .	3,0 —
Colle de bœuf . . . . .	3,0 —
Colle de bœuf et rognures . . . . .	4,5 —
Colle de bœuf et veau . . . . .	3,0 —
Colle anglaise . . . . .	2,5 —
Patins et nerfs . . . . .	2,5 —

Les colles ne se dissolvent pas également dans l'eau bouillante, leur ordre de solubilité est le suivant :

Colle de bœuf pur.  
 Colle de cheval.  
 Patins de bœufs et nerfs.  
 Colle d'Angleterre.  
 Bœufs et rognures.  
 Colle de mouton.  
 Colle de veau.

La gélatine forme avec le tannin un précipité qui varie en quantité suivant la nature de la colle que l'on examine; c'est ainsi que les poids de ce précipité sont pour 15 grammes de dissolution gélatineuse saturée :

Avec la colle de poisson . . . . .	37 grammes.
— anglaise . . . . .	34 —
— de bœuf . . . . .	31 —
— de mouton . . . . .	29 —
— de veau . . . . .	27 —
— de cheval . . . . .	25 —
— de volailles . . . . .	25 —

Les précipités n'ont en général ni la même couleur, ni la même apparence ; certains se présentent sous l'aspect de filaments, d'autres en masse compacte.

En général les colles de poissons et de volailles qui ont de grandes qualités ont aussi le défaut de coûter plus cher.

La plus belle gélatine provient du veau. Sa densité est très élevée, mais elle est très hygroscopique.

La colle du bœuf est plus colorée, plus soluble et moins hygroscopique, mais sa force est moins grande.

La colle de mouton a beaucoup de ressemblance avec celle du veau, mais lui est inférieure. Sa densité est un peu moins forte ; elle est moins hygroscopique.

La colle de cheval est la moins bonne, sa densité est moindre que celles des

précédentes ; elle est très hygroscopique. Sa ténacité relative est égale à 65° quand on représente celle du veau par 100.

D'ailleurs au point de vue de la ténacité les diverses colles animales viennent dans l'ordre suivant :

Colle de veau . . . . .	100
Colle de mouton . . . . .	90
Colle de volailles . . . . .	88
Colle de bœuf . . . . .	88
Colle de poisson . . . . .	72
Colle de cheval . . . . .	65

### Essais des gélatines et des colles.

Tout d'abord il est utile de déterminer la valeur des diverses matières premières employées.

Précédemment nous avons donné quelques indications sur les analyses des os.

Quand on emploie des déchets de tanneries, il faut d'abord déterminer la nature de la matière première et quelles sont les espèces de peau que l'on va employer. Cet examen demande une étude minutieuse ainsi qu'une grande pratique.

On doit ensuite établir quelle est la quantité d'impuretés qui sont adhérentes à la colle matière en y comprenant l'eau.

La valeur de la matière première se trouve fixée par la teneur en cuir pur. Généralement il est admis que s'il s'agit de cuirs de veau, de bœuf, de mouton ou de cheval, la matière pure et sèche fournit 50 pour 100 de son poids de colle sèche.

Dans l'établissement du prix de la matière première on doit tenir compte non seulement de sa pureté et de son rendement mais aussi de son origine. Les peaux des jeunes animaux en effet fournissent une colle plus claire et meilleure que celles des mêmes bêtes à l'état adulte.

Pour déterminer les impuretés ainsi que la teneur en eau on doit prendre tout d'abord un échantillon moyen, que l'on pèse. Cet échantillon est ensuite ramolli dans l'eau, puis il est lavé dans de l'acide chlorhydrique très étendu, lavé et séché à 20°. La perte de poids indique la proportion d'impuretés contenues et qui consistent généralement et presque uniquement en chaux.

L'essai proprement dit des gélatines ou des colles se fait de deux manières, soit chimiquement, soit mécaniquement.

En général une bonne colle doit être d'un brun clair bien uniforme ; elle ne doit pas présenter de taches, elle doit être brillante, claire, transparente, dure et cassante.

Lorsqu'on cherche à la courber elle doit se briser bien nettement en présentant une cassure vitreuse et brillante. L'eau froide même au bout de vingt-quatre heures, doit la gonfler sans la liquéfier.

### Essais chimiques.

Grøeger, il y a déjà assez longtemps, a proposé pour l'essai chimique des colles fortes la méthode suivante, qui est basée sur ce que la qualité d'une colle doit dépendre de la quantité de gélatine pure qu'elle renferme ainsi que de l'absence de produits étrangers qui ne peuvent, par leur présence, que diminuer la force de la colle.

En outre Grøeger admettait que l'on pouvait juger de la façon dont la colle avait été fabriquée en déterminant l'énergie avec laquelle cette colle retenait l'eau. La gélatine en effet retient l'eau en quantité d'autant plus grande et d'autant plus fortement qu'elle renferme moins de corps gras et de corps étrangers.

Pour procéder à cet essai, on pèse une certaine quantité de colle que l'on fait sécher à 120°, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de perte de poids; la différence entre la première et la dernière pesée indique la quantité d'eau contenue. L'opération peut durer environ six heures.

En second lieu pour doser la glutine on dissout un deuxième échantillon qui est pesé et dont on connaît la teneur en eau, dans vingt fois son poids d'eau bouillante.

Lorsque la liqueur est complètement froide, on la traite par de l'eau renfermant 1/20 de tannin. Le précipité de tannate de glutine se rassemble en flocons au milieu de la liqueur qui est jaune.

Ce précipité recueilli sur un filtre est ensuite lavé et desséché. Détaché du filtre il est séché dans l'étuve à 120°, mais avec beaucoup de précautions pour l'empêcher de fondre. On fait comme précédemment plusieurs pesées jusqu'à ce que le poids ne change plus. Cette opération demande encore au moins dix heures. Le poids final indique la quantité de glutine sachant que 43 de glutine s'unissent à 57 de tannin.

Les colles renferment souvent des sels de plomb que l'on dose par les méthodes ordinaires.

De nombreuses analyses faites au moyen de ce procédé sur des colles de diverses provenances ont fourni des résultats qui varient:

Entre 5 pour 100 et 14 pour 100 pour l'eau renfermée.

Entre 68 pour 100 et 81 pour 100 pour la glutine.

Entre 7 pour 100 et 24 pour 100 pour les matières étrangères.

Risler Beunat a publié dans le *Bulletin de la société industrielle de Mulhouse* une méthode analogue à la précédente.

Deux solutions normales sont préparées. L'une renferme par litre, 10 grammes d'acide tannique pur, la seconde 10 grammes de colle de poisson et 20 grammes d'alun.

Ces deux solutions ne se saturent pas à volumes égaux; on détermine alors le titre de la première par rapport à la seconde, puis on étend la solution

d'acide tannique trop concentrée avec une quantité d'eau telle que les deux liquides puissent se saturer exactement sous des volumes égaux.

L'essai de la colle se fait alors en dissolvant 10 grammes avec 20 grammes d'alun dans un litre d'eau. Le mélange est chauffé jusqu'à l'ébullition, puis on prend seulement 10 centimètres cubes de la colle à essayer, on mélange avec volume égal de la solution tannique et l'on agite fortement.

Au bout de quelques minutes il s'est formé un précipité; on ajoute encore 1 centimètre cube de la dissolution de colle et l'on filtre. On continue ainsi à ajouter des centimètres cubes et à filtrer jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de trouble. Le nombre de centimètres cubes indique finalement la proportion de glutine renfermée.

Mais ces procédés d'analyse sont loin d'être parfaits; comme on le voit, ils sont d'ailleurs très longs et très fastidieux, mais ensuite une dissolution de colle n'est pas précipitée assez complètement par l'acide tannique pour que, après chauffage, l'odeur particulière à la colle ne s'exhale plus du liquide filtré et évaporé.

Cette méthode est loin d'être exacte; elle peut donner des indications à 5 pour 100 près.

On a proposé aussi de se rendre compte de la qualité des colles en se bornant à doser l'azote qu'elles renferment.

### **Essais mécaniques des colles fortes.**

Karmarsch a proposé d'abord de coller ensemble deux baguettes de bois, puis de déterminer quel poids était nécessaire pour rompre leur union. Ce procédé est imparfait, en ce sens que le bois lui-même se rompt souvent avant que la colle ne cède.

Weidenbusch a modifié ce procédé. Il imprègne des baguettes de gypse avec une solution de colle, puis les plaçant horizontalement et les soutenant en deux points, il cherche quelle est la charge nécessaire pour les rompre.

Schattenmann a proposé la méthode suivante :

La colle à essayer est pesée puis plongée dans de l'eau froide pendant vingt-quatre heures. En faisant des essais comparatifs sur diverses espèces de colles on détermine les quantités d'eau que chacune a absorbées. Plus grande est cette quantité et meilleure est la colle qui l'a absorbée. Mais ce procédé ne peut fournir encore que des résultats très dubitatifs.

### **Méthode Lipowitz.**

Le procédé suivant, quoique très imparfait, peut cependant donner d'utiles indications.

On fait dissoudre, par exemple, 5 grammes de la colle à essayer dans 45 grammes d'eau bouillante, puis le tout est abandonné pendant un jour, à la température de 18 degrés, jusqu'à ce que la prise en gelée soit parfaite, dans un vase en verre (fig. 42).

Les bords de ce vase peuvent recevoir une petite lame en fer-blanc *mm* percée en son milieu d'un trou par lequel passe un fil de fer *p* que surmonte un entonnoir *n*.

A l'extrémité de ce fil se trouve soudée une petite plaque ou capsule bombée en fer-blanc également. La partie convexe est tournée du côté de la dissolution gélatineuse et vient s'appuyer sur elle.

Le fil de fer et la capsule qu'il supporte pèse 5 grammes; il en est de même de l'entonnoir, qui, en outre, peut recevoir jusqu'à 50 grammes de plomb en grenaille.

Lorsque la solution de colle est bien prise, on fait glisser le fil de fer, qui entraîne la capsule jusqu'à ce qu'elle soit tangente à la masse gélatineuse, puis on introduit des grenailles de plomb dans l'entonnoir. La capsule, au bout d'un certain temps, pénètre dans la gelée, et d'après le poids de plomb que l'on a dû ajouter pour cela, on peut estimer à peu près quelle est la qualité de la colle.

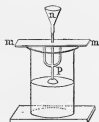


Fig. 42.

Toutes ces méthodes ont besoin d'être perfectionnées ou modifiées.

Enfin, nous signalerons un dernier procédé souvent utilisé dans les arsenaux allemands, qui consiste à faire bouillir ensemble 250 grammes de colle et 500 grammes d'eau.

On attend que le mélange ait perdu la moitié de son poids, puis on réunit avec la colle ainsi préparée deux petites baguettes de bois obtenues en coupant par le milieu un morceau de bois ayant 420 millimètres de long sur 40 millimètres de côté. Les deux baguettes ont donc 210 millimètres de long chacune.

Lorsqu'elles sont collées ensemble, on les laisse sécher pendant trois fois vingt-quatre heures à la température de 20 degrés, puis, dans l'une des moitiés du morceau, on fait un trou au milieu, et à la distance de 180 millimètres du joint. Par ce trou passe un boulon qui à son extrémité supporte un plateau de balance. Le morceau de bois est fixé par son autre extrémité, et des poids sont ajoutés dans le plateau, jusqu'à ce que la rupture se produise au point

collé; pour cela, le dernier se trouve à quelques millimètres seulement du point où le bois est fixé.

Le poids de rupture, qui doit être d'au moins 70 kilogrammes, indique quelle est la qualité de la colle essayée.

### **Analyse des superphosphates.**

Comme nous avons été précédemment amené à dire quelques mots des superphosphates, nous donnerons ici quelques détails sur leur mode d'essai.

On peut se proposer de doser successivement l'acide phosphorique total, l'acide phosphorique soluble dans l'eau et l'acide phosphorique qui a reçu le nom de *rétrogradé*.

Pour le dosage de l'acide *phosphorique total*, on prendra 1 gramme de phosphate que l'on dissoudra à chaud dans un mélange de 15 centimètres cubes d'acide chlorhydrique avec 15 centimètres cubes d'eau.

Après évaporation à sec, on reprend par 20 centimètres cubes du même acide et l'on filtre.

La liqueur claire est additionnée d'ammoniaque en excès, puis le précipité formé est dissous par de l'acide citrique en présence de l'ammoniaque en excès; finalement on précipite l'acide phosphorique par 15 centimètres cubes d'une solution renfermant 10 p. 100 de chlorure de magnésium.

On laisse reposer pendant toute une journée, puis on recueille le précipité, on le lave avec de l'eau ammoniacale, on le sèche, on le pèse et on en conclut la quantité d'acide phosphorique anhydre contenue.

Le dosage de l'acide phosphorique dans un phosphate tribasique de chaux se fait de la même façon.

Si l'on veut doser l'acide *phosphorique soluble dans l'eau*, on délayera ensemble 2 grammes de la matière bien pulvérisée, avec environ 100 centimètres cubes d'eau, puis on décante dans un flacon et l'on étend le volume à 200 centimètres cubes. Après agitation et repos de deux heures, on filtre et l'on prend 100 centimètres cubes du liquide, dans lequel on dose l'acide phosphorique comme précédemment.

Enfin, si l'on veut doser l'acide *phosphorique rétrogradé*, on détermine, comme nous allons le dire, l'acide phosphorique soluble dans le citrate d'ammoniaque; on a ainsi un total comprenant l'acide phosphorique soluble dans l'eau et l'acide rétrogradé; comme on connaît le premier, on aura le second par différence.

1 gramme de matière est broyé et délayé avec 40 centimètres cubes de citrate d'ammoniaque ajouté goutte à goutte.

La liqueur est décantée dans un vase jaugé, puis étendue à 100 centimètres cubes. Après plusieurs agitations et un repos d'une heure, l'acide phosphorique est dosé, comme il a été dit, dans 50 centimètres cubes de cette liqueur.

Enfin, on peut doser volumétriquement l'acide phosphorique au moyen de l'acétate d'urane.



Dans ce cas, on précipite d'abord l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, puis on redissout le précipité dans l'acide acétique ou dans l'acide chlorhydrique très étendu, mais alors il faut ajouter à la liqueur une dissolution d'acétate de soude au dixième.

On verse ensuite dans la liqueur la dissolution titrée de sel d'urane jusqu'à ce que la liqueur essayée de temps en temps sur du papier imprégné de ferrocyanure de potassium, colore ce papier en rouge brun, ce qui indique la fin de l'opération.

La dissolution titrée d'acétate d'urane se prépare en dissolvant 35 grammes d'acétate dans un litre d'eau additionnée de 10 grammes d'acide acétique ordinaire.

La liqueur est titrée ensuite avec des dissolutions renfermant 0<sup>sr</sup>,200 d'acide phosphorique par 100 centimètres cubes.

Ces dissolutions sont préparées en dissolvant dans un litre d'eau 10<sup>sr</sup>,088 de phosphate de soude cristallisé pur ou 3<sup>sr</sup>,240 de phosphate acide d'ammoniaque cristallisé et séché à l'étuve.

On prépare également une dissolution d'acétate de soude au dixième, que l'on ajoute aux liqueurs à doser quand on a dissout la substance dans l'acide azotique ou l'acide chlorhydrique.

Pour 50 centimètres cubes de dissolution titrée de phosphate on ajoute 10 centimètres cubes d'acétate de soude obtenu en dissolvant 100 grammes d'acétate de soude et 50 centimètres cubes d'acide acétique cristallisable dans un litre d'eau.

---

## CHAPITRE V

---

### COLLES VÉGÉTALES — COLLES DIVERSES

---

#### Gélatine de Chine.

On trouve sous ce nom, dans le commerce, une substance blanche fort légère ayant la forme de tubes pliés ensemble d'une longueur de 30 centimètres environ. Son aspect est à peu près celui de la moelle d'une plume.

Cette gélatine chinoise est d'origine végétale et paraît provenir d'une algue. Elle a beaucoup de ressemblance avec la lichéine, mais sa gelée n'est pas colorée en bleu par l'iode.

Dans l'eau froide elle s'amollit, et se gonfle, sans paraître se dissoudre, et forme une masse tubulaire non visqueuse dans laquelle le microscope ne signale pas une structure définie.

Si l'on élève la température, elle se dissout, à partir de 95 degrés, plus facilement que l'ichthyocolle, mais moins aisément que la véritable gélatine.

Si l'eau contient seulement en dissolution 1 p. 100 ou 2 p. 100 de gélatine de Chine, on peut facilement la faire passer dans un filtre de papier, mais lorsqu'elle est refroidie, on trouve une gelée très ferme, blanche, sans odeur, sans goût, transparente et limpide comme de la glace.

Une gelée de cette gélatine est plus ferme qu'une autre préparée avec huit fois plus de gélatine d'os, conserve plus longtemps sa consistance et supporte une température de 50 degrés avant de redevenir liquide.

Cette solution n'est pas altérée par l'acide gallique, l'iode ou l'acétate neutre de plomb, mais elle est précipitée par l'alcool ou l'acétate tribasique de plomb.

Brûlée sur une lame de platine, elle n'a aucune odeur; cependant, calcinée avec de la chaux sodée, elle donne des traces d'ammoniaque.

Les propriétés de cette matière la rendent très propre à la confection de certains mets.

Elle est susceptible, en effet, de produire une gelée magnifique, très blanche, très transparente, exempte de goût et d'odeur.

Elle laisse aux vins et aux sucres végétaux auxquels on l'associe toutes leurs qualités et leur parfum.

La grande fermeté de la gelée qu'elle forme, son manque de viscosité, la facilité avec laquelle on peut la séparer des corps sur lesquels on la place la rendent très propre au moulage des objets délicats, dont elle ne perd aucun détail et dont elle permet de prendre plusieurs épreuves en plâtre sans qu'il y ait déformation.

Les moules peuvent être lavés sans inconvénient avec un pinceau doux.

Le commerce chinois met en vente diverses espèces de gélatine végétale ou gélose. La qualité dépend de l'espèce d'algue qui a produit la matière, ainsi que de l'âge et de la conservation de la plante.

Sous forme de colle et de vernis la gélose ou gelée marine est employée en Chine pour garnir certaines fenêtres faites d'un treillis de bambous.

Elle remplace ainsi le verre, et cette couche mince et semi-transparente reçoit quelquefois des peintures.

La gelée marine sert à l'apprêt des étoffes de soie, et grâce à cet apprêt les soieries ne se piquent pas.

Les papiers de Corée, dont la ténacité est si grande, doivent à l'emploi de la gelée marine dans leur fabrication la force merveilleuse qui permet de les consacrer au besoin à la confection des vêtements.

Les papiers préparés avec la gelée marine sont presque entièrement mis à l'abri des ravages des insectes; cette matière a la propriété de les éloigner.

Elle sert aussi en teinture et en peinture. Les couleurs et les teintures s'y incorporent facilement, et elle forme une sorte de couverture qui conserve plus longtemps leur éclat.

D'après Payen, la composition immédiate de la gélose serait :

Carbone. . . . .	42,770
Hydrogène . . . . .	5,775
Oxygène . . . . .	51,455

### Colle de résine pour le papier.

La préparation de cette colle comprend deux opérations; le blanchiment de la résine et la fabrication de la colle.

Dans une chaudière en tôle de fer ou de cuivre on met 175 litres d'eau pure et l'on fait dissoudre 35 kilogrammes de sel de soude en ayant soin d'agiter jusqu'à parfaite dissolution. On ajoute alors graduellement et par petites quantités, la résine en remuant constamment et attendant chaque fois qu'elle soit bien dissoute avant d'en ajouter une nouvelle quantité. Quand le tout est bien mélangé on cesse de chauffer.

Pour fabriquer la colle, on emploie une chaudière trois fois plus grande

que celle ayant servi à la préparation de la résine et on fait fondre 20 kilogrammes de chlorure de sodium dans 225 litres d'eau froide.

On verse avec la résine encore chaude la moitié de l'eau salée préparée en agitant le mélange, et l'on obtient ainsi, un tout homogène de couleur blanchâtre.

On continue l'agitation jusqu'à ce que le mélange prenne une teinte foncée très intense, ressemblant à la couleur du vin.

A ce moment, on laisse reposer le mélange qui forme un dépôt au fond de la chaudière. On décante en rejetant la partie tout à fait liquide, puis on ajoute encore de l'eau froide avec le restant de l'eau salée. On laisse reposer et l'on décante comme la première fois.

Cette colle peut être employée immédiatement. Elle se dissout promptement dans l'eau froide, mais pour l'emploi, l'eau tiède est préférable. Chaude ou froide elle ne s'attache pas aux parois des chaudières. Blanche, elle conserve cette teinte, même au contact des cylindres chauds.

Cette colle peut également être employée pour l'apprêt et l'encollage des divers tissus ainsi que des fils qui les constituent.

### **Colle de pâte.**

Cette matière se prépare en délayant des farines généralement avariées dans de l'eau bouillante qui est nécessaire pour écraser tous les grumeaux et les bien pénétrer de liquide.

Le délayage se fait peu à peu, avec soin; on cherche à produire une émulsion et par suite une matière bien homogène. Puis, le tout est transvasé dans une chaudière et chauffé à 75 degrés; pendant ce chauffage la matière est agitée constamment.

Le liquide qui s'est épaissi peu à peu se prend en masse dans les baquets où on le coule.

Lorsque l'on veut se servir de cette colle, on la délaye dans son volume d'eau.

### **Colle d'amidon.**

Cette colle se fabrique en triturant de l'amidon dans de l'eau froide; on obtient ainsi une épaisse bouillie sans grumeaux. On l'agite constamment et l'on y mélange une certaine quantité d'eau bouillante arrivant sous la forme d'un léger filet. Dès que le mélange est bien translucide, on ajoute une certaine quantité d'eau bouillante jusqu'à ce que l'on ait obtenu le degré de consistance cherché.

La masse ne doit pas être cuite pour éviter qu'elle ne s'écaille.

Cette colle additionnée d'une petite quantité d'essence de térébenthine à chaud devient plus résistante et d'un meilleur emploi.

### Colle fécule Parmentier.

Cette colle se prépare en délayant à froid de la fécule ordinaire dans une certaine quantité d'eau.

Puis on lui ajoute un acide minéral; pour 400 kilogrammes du mélange on prendra 500 grammes d'acide sulfurique ou 600 grammes d'acide chlorhydrique.

Après un certain temps de repos le liquide est décanté, la fécule est enlevée, puis portée à l'étuve où elle reste jusqu'à ce qu'elle ne renferme plus que 15 p. 100 d'eau.

On obtient ainsi une matière blanche pulvérulente ressemblant à la fécule, mais ayant acquis des facultés agglutinatives considérables.

Cette colle est insoluble dans l'eau froide; elle colore en bleu la teinture d'iode. L'eau bouillante la transforme en gelée qui s'éclaircit ensuite rapidement.

### Colle de caoutchouc.

Le commerce, aujourd'hui, met en circulation du caoutchouc dissous qui sert à réunir des feuilles de papier, de bois, de cuir, etc...

Ce caoutchouc liquide peut également servir à coller les dessins dans les livres; il offre l'avantage de bien fixer les feuilles sans les faire goder; insensible à l'action de l'humidité, il peut aisément se décoller à l'aide d'une lame métallique; il ne tache pas le papier.

On emploie également la gutta-percha pour le même objet; l'odeur désagréable est masquée par une légère proportion d'éther ou d'essence de térébenthine.

Ces colles peuvent aussi être mélangées avantageusement avec les colles fortes ordinaires. On a soin de bien agiter les deux matières pour produire une complète union. Le caoutchouc dans ces circonstances donne du liant et de la souplesse et augmente aussi la ténacité.

Lorsque l'on veut fixer le caoutchouc sur le bois ou sur le métal, on emploie une solution ammoniacale de gomme-laque blanche dans les proportions de dix parties d'ammoniaque contre une partie de gomme-laque. Cette dissolution forme un corps visqueux qui devient liquide après plusieurs semaines et peut s'appliquer alors sur les surfaces qu'il s'agit de réunir.

### Colle de Gluten.

Le gluten retiré de la farine peut se séparer en deux parties, dont l'une que dissout facilement l'alcool est formé de mucine et de gélatine végétale.

Cette gélatine présente la composition suivante :

Carbone. . . . .	53,3
Hydrogène . . . . .	7,5
Azote. . . . .	14,6

Pour préparer la colle de gluten, on lave plusieurs fois avec de l'eau le gluten ordinaire, puis on le chauffe à 25 degrés.

La fermentation s'opère et le gluten devient fluide. Quand le doigt peut facilement pénétrer dans la masse, la décomposition est suffisamment avancée. Le gluten complètement ramolli est alors versé dans des moules à colle ordinaires, puis l'on fait sécher à 30 degrés. Quand les couches supérieures sont devenues dures, ce qui se produit au bout de quarante-huit heures environ, on retire les tablettes des moules, puis on les fait sécher complètement pendant quatre ou cinq jours.

Cette colle végétale est plus ou moins étendue d'eau suivant les usages auxquels on la destine. Elle peut servir à coller le bois, le grès, la porcelaine, le verre, le cuir, le papier, le carton, etc...

### **Colle de caséine.**

Cette colle s'obtient en dissolvant de la caséine dans une dissolution saturée de borax.

Le liquide obtenu est épais, sa force adhésive est très grande. Il peut remplacer la colle ordinaire dans une foule de circonstances.

### **Colle transparente pour porcelaine.**

En général, les colles employées pour réunir des morceaux cassés de porcelaine ont l'inconvénient de laisser des traces jaunâtres que l'on évitera par l'emploi du procédé suivant.

Dans un flacon très bien bouché, on fait un mélange de 60 grammes de chloroforme avec 75 grammes de caoutchouc débité en très petits morceaux.

Quand le caoutchouc est complètement dissous et quand le liquide est bien fluide, on ajoute 15 grammes de mastic en larmes, puis le tout est abandonné pendant huit jours jusqu'à ce que le mastic soit bien dissous.

La colle ainsi fabriquée peut servir pour tous les besoins de la céramique.

---



# TABLE DES MATIÈRES

---

## CHAPITRE PREMIER

### CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES SUR LES MATIÈRES COLLAGÈNES

	Pages
Généralités . . . . .	1
<i>Matières collagènes</i> . . . . .	2
Osséine. . . . .	2
Gélatine . . . . .	6
Chondrine . . . . .	10
Ichthyocolle. . . . .	11

## CHAPITRE II

### FABRICATION DE LA GÉLATINE ET DES COLLES ANIMALES

Historique. . . . .	13
MATIÈRES PREMIÈRES . . . . .	14
<i>Colles matières</i> . . . . .	14
Brochettes . . . . .	15
Buenos-Ayres . . . . .	15
Nerfs. — Patins . . . . .	15
Pieds de bœuf. . . . .	15
Rognures de parchemins ou de peaux d'âne. . . . .	15
Surons d'indigo . . . . .	15
Tanneries ou rognures . . . . .	15
Vermicelles . . . . .	16
Os . . . . .	16
Analyse des os. . . . .	26
Dosage de l'osséine . . . . .	26
Dosage de la chaux . . . . .	26
Dosage de l'acide phosphorique . . . . .	27
Dosage de la magnésie. . . . .	27
Dosage de l'ammoniaque . . . . .	28
Dosage de l'acide carbonique . . . . .	28
Classification des os. . . . .	31
Classification des colles animales du commerce. . . . .	31



	Pages.
<i>Fabrication de la colle forte.</i> . . . . .	35
Échaudage ou chaulage des colles matières. . . . .	35
Cuisson de la solution gélatineuse . . . . .	38
Clarification de la colle. . . . .	43
Moulage de la colle . . . . .	44
Découpage de la colle . . . . .	45
Séchage de la colle . . . . .	48
Lustrage de la colle . . . . .	51
Extraction de la gélatine de certains cuirs . . . . .	53
Colle au baquet . . . . .	53
Colle forte liquide . . . . .	54
<i>Fabrication de colles diverses</i> . . . . .	55
Colle à doreurs. . . . .	55
Colle de déchets de peaux de mouton. . . . .	55
Colle de pieds de mouton . . . . .	55
Colle de pieds de bœuf. . . . .	56
Emploi de l'acide sulfureux. . . . .	56
Emploi du chlore . . . . .	57
Colle à bouche. . . . .	57
GÉLATINE ET COLLE EXTRAITES DES OS . . . . .	59
<i>Extraction par simple ébullition</i> . . . . .	66
<i>Extraction par la vapeur</i> . . . . .	66
Bouillon solide. . . . .	74
Appareil de d'Arcet perfectionné. . . . .	75
<i>Extraction par les acides.</i> . . . . .	80
Dégraissage des os . . . . .	80
Traitement par l'acide chlorhydrique à bas degré. . . . .	81
Lavage et chaulage. . . . .	81
Lavage de l'osséine chaulée. . . . .	82
Solubilisation de l'osséine. . . . .	83
Traitement des résidus. — Phosphates et superphosphates. . . . .	84
Insalubrité des fabriques. . . . .	90
Traitements acides divers . . . . .	91
<i>Fabrication et emploi de la colle de poisson ou ichthyocolle</i> . . . . .	91
Colle de chair de poisson . . . . .	95
Colle forte à la glycérine . . . . .	95

## CHAPITRE III

## EMPLOIS DE LA GÉLATINE ET DES COLLES ANIMALES

Imperméabilisation des tissus. . . . .	97
Fabrication des feuilles en gélatine et des images couvertes de cette substance. . . . .	98
APPLICATIONS DE LA GÉLATINE A L'ART DU GRAVEUR. . . . .	99
<i>Application à la chromolithographie</i> . . . . .	100
<i>Application à la photographie, à la phototypie et à la photolithographie.</i> . . . .	103
Méthode au collodion cuir. . . . .	104
Méthode à la glycérine. . . . .	105
Méthode à la gélatine. . . . .	106
Sensibilisation de la gélatine. . . . .	106
<i>Procédés divers de phototypie à la gélatine.</i> . . . .	108
Autocopiste. . . . .	108
Albertype . . . . .	110
Procédé Monckboven . . . . .	111
Procédé Despaquis. . . . .	111
Procédé Roux. . . . .	112
Emploi de la gélatine dans la photolithographie . . . . .	113
Dynamite-gomme ou gélatine explosive . . . . .	115

## CHAPITRE IV

## EXAMEN, ESSAIS DES GÉLATINES ET DES COLLES

	Pages.
Essais des gélatines et des colles . . . . .	120
Essais chimiques . . . . .	124
Essais mécaniques des colles fortes. . . . .	125
Analyse des superphosphates . . . . .	126

## CHAPITRE V

## COLLES VÉGÉTALES ET COLLES DIVERSES

Gélatine de Chine. . . . .	129
Colle de résine pour le papier . . . . .	130
Colle de pâte. . . . .	131
Colle d'amidon. . . . .	131
Colle fécule Parmentier . . . . .	132
Colle de caoutchouc. . . . .	132
Colle de gluten . . . . .	132
Colle de caséine. . . . .	133
Colle transparente pour porcelaine. . . . .	133

FIN DE LA TABLE

